

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)

Ежемесячный научный журнал

№ 10 (79)/2020

Том 2, Серия:

Биологические науки

Редакционная коллегия:

д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатъева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан) (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Международные индексы:



Ответственный редактор:

Главный редактор:

Завальский Яков Андреевич (Россия), доктор психологических наук, профессор

Международный редакционный совет:

Научный редактор: Игнатьев Сергей Петрович (Россия), доктор педагогических наук, профессор

Ответственный секретарь редакции: Давыдова Наталия Николаевна, кандидат психологических наук, доцент.

Арсеньев Дмитрий Петрович (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией

Бычковский Роман Анатолиевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, МГППУ

Ильченко Федор Валериевич (Россия),

доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии

Кобзон Александр Владимирович (Россия),

доктор педагогических наук, профессор

Панов Игорь Евгеньевич (Россия),

доктор технических наук, профессор

Петренко Вадим Николаевич (Казахстан),

доктор психологических наук, профессор

Прохоров Александр Октябринович (Казахстан),

доктор педагогических наук, профессор

Савченко Татьяна Николаевна (Беларуссия),

кандидат психологических наук, доцент

Стеценко Марина Ивановна (США),

Ph.D., профессор

Строганова Татьяна Александровна (Украина),

доктор педагогических наук, профессор

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Художник: Валегин Арсений Петрович
Верстка: Курпатова Ирина Александровна

Адрес редакции:
125040, г. Москва, Россия проспект Ленинградский, дом 1, помещение 8Н, КОМ. 1
E-mail: info@euroasia-science.ru ;
www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии:
г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Almerekova Sh., Ivaschenko A., Karabay R., Myrzagalieva A., Turuspekov Y.*
PHYLOGENETIC ASSESSMENT OF TREE SPECIES OF *ACONITUM* L. FROM KAZAKHSTAN BY USING ITS AND MATK MARKERS4
- Буцанец П.А., Баук А.С., Шугаева Н.А., Шугаев А.Г.*
ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ДЫХАНИЕ И ГЕНЕРАЦИЮ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В МИТОХОНДРИЯХ РАСТЕНИЙ.....9
- Мухтарова Г.М.*
БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯБЛОННОГО ЦВЕТОЕДА (*ANTHONOMUS POMORUM* LINNAEUS, 1758) В ДАГЕСТАНЕ.....16
- Осипова Р.Г., Мирзоян Г.И.*
ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭПИН-ЭКСТРА И ЦИРКОНА ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ГЕРБИЦИДАМИ19
- Пириев И.Т., Бабаева Г.Х., Аннагиева М.А.*
ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ ТЫКВЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКСИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ХРОМА И ЗАСОЛЕНИЯ24
- Цицерошин М.Н., Панасевич Е.А.*
АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЭГ ПОКОЯ МАРКЕРОВ ЗАДАТКОВ СПОСОБНОСТЕЙ К УСПЕШНОМУ ВЫПОЛНЕНИЮ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ27
- Ямпольская Т.Д., Мамина К.Е.*
ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССОВ.....39

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

- Дмитриева М.Е., Балендор Е.В., Дмитриев К.Ю.*
БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЯ И ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННОЙ АНЕМИИ ЦЫПЛЯТ46
- Ибрагимова Г.М., Алпысбаева В.О., Айтбаева А.Т., Тапишева Г.Б.*
НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЯРОВОМУ ЧЕСНОКУ В КАЗАХСТАНЕ: ИТОГИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ 55
- Курбанова Э.Р., Агзамова М.А., Закирова Р.П.*
РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН *ASTRAGALUS SIVERSIANUM* И *A. BABATAGI* С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА.....58
- Курбанова Э.Р., Бобаев И.Д., Махмудова М.М., Закирова Р.П.*
ИЗУЧЕНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА *DATURA STRAMONIUM* В ПОСЕВАХ ХЛОПЧАТНИКА61
- Галстян М.А., Саркисян К.Ш., Матевосян Л.Г., Гарибян П.А.*
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ АГРОЛАНДШАФТОВ МАРТУНИНСКОГО РЕГИОНА РА64
- Орлова Т.Н.*
ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА НА МИКРОБИОЦЕНОЗ КИШЕЧНИКА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ.....68
- Тураева С.М., Курбанов У.У., Курбанова Э.Р., Аллакулова С.Б.*
DELPHINIUM LEPTOCARPUM NEVSKI И *DELPHINIUM PARADOXSUN VGE* КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОПЕСТИЦИДОВ В БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР71
- Убайдуллаева Д.И., Холтураев А., Пиримкулова А.Ю., Турабеков Д.У., Баширова Ю.Ж.*
ҚАШҚАДАРҒЕ ИҚЛИМ ШАРОИТИДА ҰҒИТЛАРНИНГ КУЗГИ БУҒДОЙНИНГ ПОЛОВЧАНКА НАВИГА ВА СИФАТИГА ТАЪСИРИ.....74
- Мамарозиков У.Б., Тураева С.М., Закирова Р.П., Хидирова Н.К.*
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЯ *HAPLOPHYLLUM PERFORATUM*76

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ГРНТИ 34.15.25
УДК 575.8; 582

PHYLOGENETIC ASSESSMENT OF TREE SPECIES OF *ACONITUM* L. FROM KAZAKHSTAN BY USING ITS AND *MATK* MARKERS

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1036

Shyryn Almerkova^{1,2}, Anna Ivaschenko³, Raushan Kaparbay¹,
Anar Myrzagalieva⁴, Yerlan Turuspekov^{1,2*}

¹ Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan

² Al-Farabi Kazakh National University, Biodiversity and Bioresources Department, Almaty, Kazakhstan

³ Ile-Alatau State Nature Reserve, Almaty, Kazakhstan

⁴ Astana International University, Nur-Sultan, Kazakhstan

ABSTRACT

The *Aconitum* L. is a diverse genus consisting of more than 300 species all over the World, including 11 species grown in Kazakhstan. The phylogeny of the genus was mostly studied by using internal transcribed sequences (ITS) of the nuclear genome and *maturase* K (*matK*) of the chloroplast genome. Therefore, in this study it was decided to assess the phylogenetic position of three local species *A. leucostomum*, *A. soongoricum* and *A. apetalum*, by using ITS and *matK*. The application of Maximum-Likelihood (ML) method suggested that the *A. soongoricum* belong to subgenus *Aconitum*, and *A. leucostomum* and *A. apetalum* to the subgenus *Lycocotnum*, which was congruent to previous taxonomic studies for this genus. The Median-Joining network using ITS suggested that *A. sachalinense* belongs to the group of processors of the genus among species that were involved in the analysis. The study is the first attempt to understand phylogenetic relationship of three species of *Aconitum* grown in Kazakhstan.

Key words: *Aconitum*, DNA barcoding, ITS, *matK*, phylogenetics, haplotype network.

Introduction

The genus *Aconitum* L. belongs to the family Ranunculaceae Juss. and comprises about 300 species all over the world. Its representatives are mostly distributed in the Northern Hemisphere, especially in the mountainous part [1]. *Aconitum* is morphologically variable [1, 2, 3] and the taxonomy of the genus is still controversial [4]. The genus consists of three commonly accepted subgenera: *Aconitum*, *Gymnaconitum*, and *Lycocotnum* [5]. There are studies dedicated to the classification and reassessment of its taxonomy using molecular techniques [3, 6]. Phylogeny of the subgenus *Aconitum* inferred from ITS has been performed and results suggested that more detailed investigations for better understanding the taxonomy of the genus is still required [4]. It was determined that *psbA-trnH* intergenic spacer is useful for distinguishing medicinal plant species of the genus [7]. Species from the subgenus *Lycocotnum* were analyzed to test the monophyly of the genus based on nuclear (ITS and ETS) and chloroplast regions (*ndhF-trnL*, *psbA-trnH*, *psbD-trnT*, and *trnT-trnL*) [3].

The genus is widespread in Central Asia, and, particularly, in Kazakhstan. According to Abdulina (1961) [8] there are 11 *Aconitum* species, most of them are rich in alkaloids [9]. The species *A. leucostomum* Worosch., *A. soongoricum* Stapf and *A. apetalum* (Huth) B.Fedtsch. (= *A. monticola* Steinb.) are one of the most important herbaceous perennial species that listed as a medicinal herbs [9].

DNA barcoding concept [10] involves sequencing of DNA regions for separation of species apart. In last

years DNA barcoding markers are routinely used for clarification of the phylogenetic relationship within the genus and for solving taxonomical questions in the plant species [7, 11, 12, 13]. The *maturase* K (*matK*) is plastid-coding region that showed successfully amplification among angiosperm species [14]. The Chinese Plant Barcode of Life group (2011) [15] considered ITS, which is a nuclear genome marker, as an additional marker for differentiation of closely related species. There are number of studies that showed high level of inter- and interspecific relationships using ITS region [16, 17, 18].

In our study, we used nuclear ribosomal internal transcribed spacer (ITS 1, 5.8S and ITS 2) and chloroplast genome marker gene (*matK*) to determine the phylogenetic taxonomy of the *Aconitum* genus. The specific focus of the research was an attempt to clarify genetic relationship of *A. leucostomum*, *A. soongoricum* and *A. apetalum*, species that collected in Kazakhstan. The main purpose of this study was to assess the phylogeny of three *Aconitum* species using DNA barcoding approach.

Materials and methods

Materials sampling

Three species of *Aconitum* L. were collected in eight different places of eastern and southeastern regions of Kazakhstan (Table 1). Populations of *A. soongoricum* and *A. apetalum* were collected in Ile-Alatau National Park and eastern Kazakhstan region in 2015, respectively. Six populations of *A. leucostomum* were sampled in Ile-Alatau National Park in 2016.

Table 1.

The location of collected sites for three <i>Aconitum</i> species in Kazakhstan				
Region	Species, population №	Number of collected plants	Coordinates	Elevation, m
Southeastern KZ (Right bank of Oizhailau)	<i>A. leucostomum</i> , pop.1	23	43.145528 N 76.835161 E	1469
Southeastern KZ (Aksai gorge)	<i>A. leucostomum</i> , pop.2	20	43.125278 N 76.800000 E	1350
Southeastern KZ (Kaskelen gorge)	<i>A. leucostomum</i> , pop.3	24	43.019333 N 76.612000 E	1678
Southeastern KZ (Big Almaty gorge)	<i>A. leucostomum</i> , pop.4	21	43.068944 N 76.986722 E	2118
Southeastern KZ (Prohodnoe gorge)	<i>A. leucostomum</i> , pop.5	20	43.092917 N 76.902014 E	1726
Southeastern KZ (Left bank of big Almatinka river)	<i>A. leucostomum</i> , pop.6	21	43.119433 N 76.90425 E	1319
Eastern KZ (Koksu gorge)	<i>A. apetalum</i> , pop.1	20	50.367694 N 84.257361 E	1683
Southeastern KZ (Cordon Oizhailau)	<i>A. soongaricum</i> , pop.1	7	43.123972 N 76.840361 E	1514

DNA extraction, amplification and sequencing

Three plants from each population were selected for the genetic analysis. Total genomic DNA was extracted from dry leaf material according to the modified Dellaporta DNA extraction protocol [19]. PCR fragments were amplified for the *maturase* K gene of the chloroplast genome (*matK*) [20] and the nuclear ribosomal ITS region [14].

All PCR reactions were carried out in 16 µl volumes in a Veriti Thermo cycler (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). Protocols for PCR reactions were according to Jun *et al.* (2012) [21]. Nucleotide sequences of PCR primers, and sizes of PCR products are given in Table 2.

PCR products were run on 1.5% agarose gel electrophoresis at 80 V voltage for 40 min. Single bands with expected sizes for *matK* and ITS were

visualized, cut out from the gel and purified using ULTRAPrep® Agarose Gel Extraction Mini Prep Kit (AHN Biotechnologie GmbH, Nordhausen, Germany) according to the protocol provided by the company. Purified DNA amplicons were used for the sequence reactions with forward and reverse primers separately. All reactions were performed with the BigDye Terminator Cycle Sequencing technology (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) according to protocols of the company.

The sequences of ITS and *matK* have been deposited in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) database under accession numbers MG525537 and MG525534 for *A. leucostomum*, MG525536 and MG525533 for *A. apetalum*, MG525538 and MG525535 for *A. soongaricum*, respectively.

Table 2.

The list of primers for ITS1-5.8S-ITS2 region and <i>matK</i> gene			
Primers	Nucleotide sequence	Annealing temperature, °C	Amplicon sizes, bp
ITS1nF	5'-AGAAGTCGTAACAAGGTTTCCGTAGG- 3'	58	500-600
ITS4nR	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC- 3'		
<i>matK</i> -F	5'-CCTATCCATCTGGAAATCTTAG- 3'	50	750-800
<i>matK</i> -R	5'-GTTCTAGCACAAAGAAAGTCG- 3'		

Alignment and phylogenetic analyses

Alignment of the *Aconitum* samples sequences was done using ClustalW algorithm in MEGA software [22]. The sequences for ITS and *matK* of local species were aligned with sequences of 23 *Aconitum* species taken from the NCBI reference database. Maximum-Likelihood [23] method were used for the construction of phylogenetic tree.

The final alignment was imported into DNASP v5.10 [24] and converted into Nexus file format. Haplotype relationships were analyzed in PopArt software [25] using Median-Joining (MJ) method.

Results and discussion

The genus *Aconitum* is morphologically highly variable [3, 4], hence, the taxonomy of this genus needs study that is more detailed. Some *Aconitum* species are extremely toxic [26] and have high value in medicine [27]. Therefore, molecular markers could be useful in evaluating the classical taxonomy and give rise to improve the modern taxonomy of the genus.

Two datasets were analyzed in this study. The first dataset contained ITS and *matK* nucleotide sequences of *A. leucostomum*, *A. soongaricum*, *A. apetalum* that were aligned with species from the NCBI. The second

set of data consisted analyses of haplotype network based on ITS and *matK* sequences. *Consolida songorica* was selected as outgroup species in all data sets.

Phylogenetic tree for ITS and *matK* sequences of *Aconitum* species was constructed by using Maximum-Likelihood (ML) method (Figure 1). The length of the ITS and *matK* regions in different accessions were different. The aligned lengths were 607 bp and 786 bp for ITS and *matK* regions, respectively, while the aligned length was changed to 627 bp in ITS and 732 bp in *matK* when outgroup species were included. The ML phylogenetic tree for *Aconitum* species divided into two major clades. The first clade included species from subgenus *Aconitum* and consisted from 15 samples, including local species *A. soongaricum*. The second clade belonging to the subgenus *Lycoctonum*. Species collected from Kazakhstan *A. leucostomum* and *A. apetalum* belonged to this clade. Six populations of *A. leucostomum* grouped together with the *A. monticola*, *A. sinomontanum* and *A. lycoctonum* from NCBI. Another local species *A. apetalum* has formed subclade with *A. gigas* and *A. barbatum*. The number of polymorphic sites without outgroup was 144 or 24% for ITS and 48 or 6.5 % for *matK*. High polymorphism of

ITS sequences could be attributed by the high rate of evolution leading to genetic changes [28].

This study have demonstrated the utility of ITS and *matK* in phylogenetic analyses in the genus *Aconitum* as it revealed by the number of other authors previously [3,4]. We used both the ITS and *matK* loci in separate and combined analyses of *Aconitum* in order to examine intrageneric relationships. Nevertheless, all trees are congruent.

Network analyses of ITS and *matK* sequences of studied species of the genus resulted in 26 haplotypes. Haplotype diversity was $Hd=0.9677$, nucleotide diversity of $Pi=0.05154$, average number of nucleotide differences, $k=30.61492$. Haplotype diversity of the *matK* was $Hd=0.929$, nucleotide diversity was $Pi=0.05140$, and average number of nucleotide differences was $k=61.161$.

The largest haplogroup H2 included six populations of *A. leucostomum*. The second largest haplogroup (H7) contained two species *A. loczyanum*, *A. pterocaule*. *A. apetalum* (H3) and *A. soongaricum* (H4) separately placed from other haplogroups (Fig.2, Table 3).

The ML phylogenetic tree of *Aconitum* species based on ITS and *matK* markers showed similarity with the haplotype network.

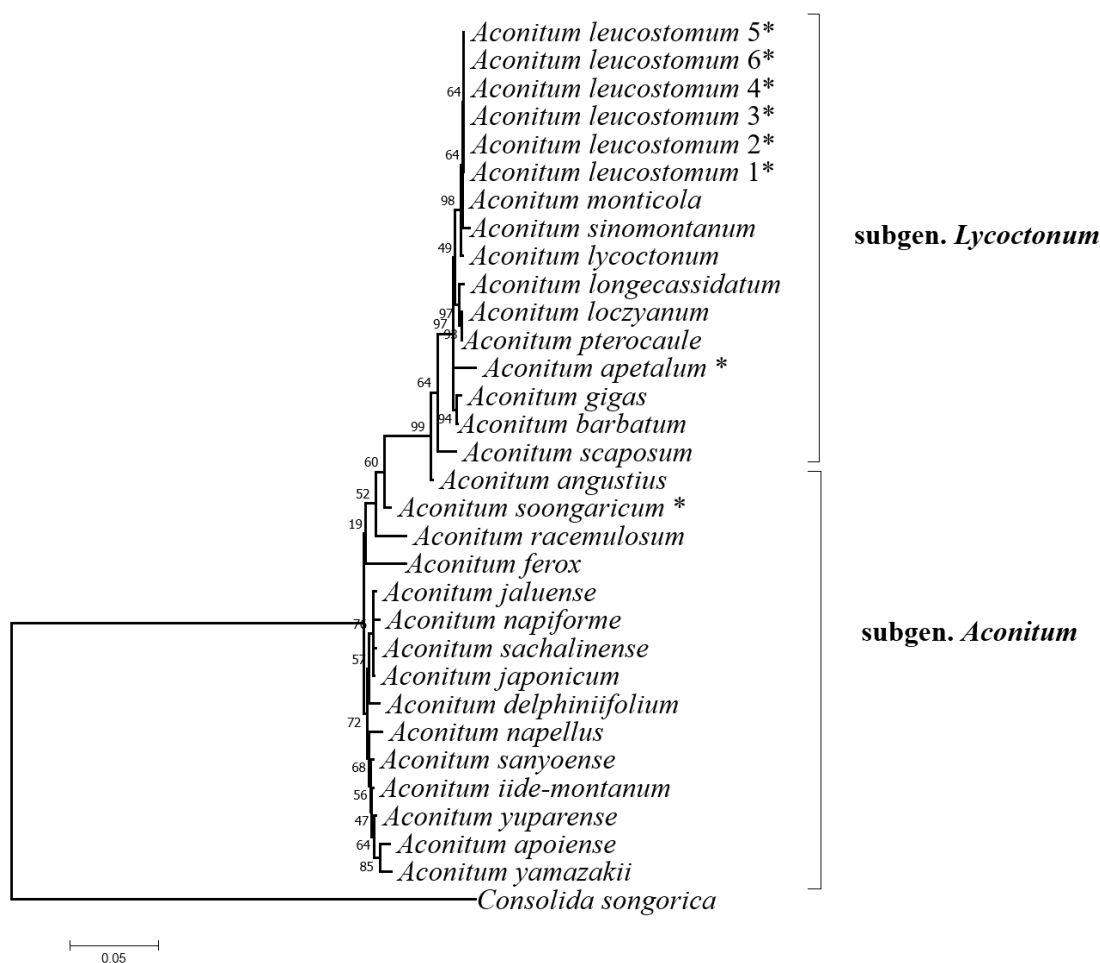


Figure 1. Phylogenetic tree for *Aconitum* species constructed based on ITS and *matK* sequences by the Maximum Likelihood method. Numbers at nodes shows a probability bootstrap and an * indicates species collected in Kazakhstan. The sequences of *Consolida songorica* from NCBI are used as an outgroup species.

<i>Aconitum sachalinense</i>	H18	1	KJ078622.1/LC036459.1
<i>Aconitum monticola</i>	H19	1	JF975813.1 / JF953036.1
<i>Aconitum sinomontanum</i>	H20	1	AY150232.1/ JF953043.1
<i>Aconitum longecassidatum</i>	H21	1	JF975807.1/ JF953033.1
<i>Aconitum scaposum</i>	H22	1	AY150231.1/ JF953039.1
<i>Aconitum napiforme</i>	H23	1	LC036431.1/LC036460.1
<i>Aconitum japonicum</i>	H24	1	KP159327.1/LC036457.1
<i>Aconitum angustius</i>	H25	1	JF975796.1/ JF953018.1
<i>Consolida songorica</i>	H26	1	JF331902.1/ JF331784.1

* indicates species collected in Kazakhstan

Conclusion

The phylogenetic analyses revealed that the ITS region has more polymorphic sites in comparison to *matK*. The alignment of sequences and the application of the ML method suggested that the *A. songoricum* belong to subgenus *Aconitum*, and *A. leucostomum* and *A. apetalum* to the subgenus *Lycototum*, which was congruent to previous taxonomic studies for this genus. The Median-Joining network using ITS suggested that *A. sachalinense* belongs to the group of processors of the genus among species that were involved in the analysis.

Acknowledgements

This research was carried out within the grant AP05131621 supported by Ministry of Education and Sciences of the Republic of Kazakhstan.

References

1. Tamura M. Ranunculaceae In: Hiepko P, editor //Die Natürlichen Pflanzenfamilien. – 1995. – V. 17. – №. 4. – P. 223-555.
2. Kita Y, Ueda K, Kadota Y. Molecular Phylogeny and Evolution of the Asian *Aconitum* Subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae). *J. Plant Res.* 1995;08(4):429-442. <https://doi.org/10.1007/BF02344231>
3. Hong Y, Luo Y, Gao Q, et al. Phylogeny and reclassification of *Aconitum* subgenus *Lycototum* (Ranunculaceae). *PLoS One.* 2017;12(1):e0171038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171038>
4. Luo Y, Zhang FM, Yang Q-E. Phylogeny of *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae) inferred from ITS sequences. *Plant Syst. Evol.* 2005;252: 11–25. <https://doi.org/10.1007/s00606-004-0257-5>
5. Tamura M. A new classification of the family Ranunculaceae I. *Acta Phytotax. Geobot.* 1990;41:93–101.
6. Kita Y, Ito M. Nuclear ribosomal ITS sequences and phylogeny in East Asian *Aconitum* subgenus *Aconitum* (Ranunculaceae), with special reference to extensive polymorphism in individual plants. *Plant Syst. Evol.* 2000;225(1-4):1-13. <https://doi.org/10.1007/BF00985455>
7. He J, Wong KL, Shaw PC., et al. Identification of the Medicinal Plants in *Aconitum* L. by DNA Barcoding Technique. *Planta med.* 2010;76(14): 1622-1628. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1240967>
8. Abdulina SA Checklist of vascular plants of Kazakhstan. Edited by R.V. Kamelin. Almaty: Academy of Sciences of Kazakhstan; 1999.
9. Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание. Алматы; 2014. [Grudzinskaya LM, Gemedzhieva NG, Nelina NV, Karzhaubekova JJ. Annotated checklist of medicinal plants in Kazakhstan: a reference book. Almaty; 2014. (In Russ).]
10. Hebert PD, Cywinska A, Ball SL, et al. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. Biol. Sci.* 2003;270(1512):313–321. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>
11. Pang X, Song J, Zhu Y, et al. Applying plant DNA barcodes for Rosaceae species identification. *Cladistics.* 2011;27(2):165–170. <https://doi.org/10.1111/j.1096-0031.2010.00328.x>
12. Gao T, Yao H, Song J, et al. Identification of medicinal plants in the family Fabaceae using a potential DNA barcode ITS2. *J. Ethnopharmacol.* 2010;130(1):116-121. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.04.026>
13. Ma HL, Zhu ZB, Zhang XM, et al. Species identification of the medicinal plant *Tulipa edulis* (Liliaceae) by DNA barcode marker. *Biochem. Syst. Ecol.* 2014;55:362–368. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2014.03.038>
14. Group C. P. W. et al. A DNA barcode for land plants. *PNAS USA.* 2009;106(31):12794-12797. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905845106>
15. Group C. P. B. O. L. et al. Comparative analysis of a large dataset indicates that internal transcribed spacer (ITS) should be incorporated into the core barcode for seed plants. *PNAS USA.* 2011;108(49):19641-19646. <https://doi.org/10.1073/pnas.1104551108>
16. Alvarez I, Wendel JF. Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. *Molecular Phylogenetics and Evolution.* 2003;29(3):417–434. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00208-2](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00208-2)
17. Cheng T, Xu C, Lei L, et al. Barcoding the kingdom Plantae: new PCR primers for ITS regions of plants with improved universality and specificity. *Mol. Ecol. Resour.* 2016;16(1):138-149. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12438>
18. Gültepe M, Uzun U, Coşkunçelebi K, et al. Internal transcribed spacer (ITS) polymorphism in the

- wild *Primula* (Primulaceae) taxa of Turkey. *Turk J Botany*. 2010;34(3):147-157. doi: 10.3906/bot-0905-23
19. Dellaporta SL, Wood J, Hicks JB. A plant DNA mini preparation: Version II. *Plant. Mol. Biol. Rep.* 1983;1:19–21.
20. Hollingsworth PM, Graham SW, Little DP. Choosing and Using a Plant DNA Barcode. *PLoS ONE*. 2011;6(5):e19254. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019254>
21. Jun W, Nian-He X. *Ardisia crenata* complex (Primulaceae) studies using morphological and molecular data. *Botany*. 2012;163-172.
22. Kumar S, Stecher G, Tamura K. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Mol. Biol. Evol.* 2016;33:1870-1874. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>
23. Tamura K, Nei M. Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. *Mol. Biol. Evol.* 1993;10:512-526.
- <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040023>
24. Librado P, Rozas J. DnaSP v5 a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics*. 2009;25(11):1451-1452. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp187>
25. Leigh JW, Bryant D. POPART: full-feature software for haplotype network construction. *Methods Ecol. Evol.* 2015;6(9):1110-1116. doi: 10.1111/2041-210X.12410
26. Chan TYK. Aconite poisoning. *Clinical toxicology*. 2009;47(4):279-285. <https://doi.org/10.1080/15563650902904407>
27. Xiao PG, Wang FP, Gao F, et al. A pharmacophylogenetic study of *Aconitum* L. (Ranunculaceae) from China. *Acta Phytotax. Sin.* 2006;44 (1):1-46. doi: 10.1360/aps050046
28. Kress WJ, Wurdack KJ, Zimmer EA, et al. Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *PNAS USA*. 2005;102(23):8369-8374. <https://doi.org/10.1073/pnas.0503123102>

УДК 581.1.
ГРНТИ 34.31.

ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА ДЫХАНИЕ И ГЕНЕРАЦИЮ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В МИТОХОНДРИЯХ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1043

Буцанец Павел Андреевич

Кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаборатории дыхания растений

Баик Алина Святославовна

кандидат биологических наук,
научный сотрудник лаборатории дыхания растений

Шугаева Наталья Александровна

научный сотрудник лаборатории дыхания растений

Шугаев Александр Григорьевич

доктор биологических наук, заведующий лабораторией дыхания растений,
Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук,
127276, Ботаническая ул. 35. Москва, Россия

EFFECT OF SALICYLIC ACID ON RESPIRATORY ACTIVITY AND REACTIVE OXIGEN SPECIES GENERATION IN PLANT MITOCHONDRIA

Butsanets P.A.

PhD in Biology, Res. Fel.,
of the laboratory of plant respiration

Baik A.S.

PhD in Biology, Res. Fel.,
of the laboratory of plant respiration

Shugaeva N.A.

Res. Fel.,
of the laboratory of plant respiration

Shugaev A.G.

Doctor of Science in Biology, Head of the laboratory of plant respiration,
Timiryazev institute of plant physiology, Russian academy of sciences,
127276, Botanycheskaya st. 35, Moscow, Russia

АННОТАЦИЯ

Целью работы являлось изучение влияния стрессового фитогормона – салициловой кислоты (СК) на дыхание и генерацию активных форм кислорода (АФК) в митохондриях, выделенных из семядолей проростков люпина (*Lupinus angustifolius* L.) и хранящихся корнеплодов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). Митохондрии выделяли методом дифференцированного центрифугирования, дыхание оргanelл

измеряли полярографически с использованием кислородного электрода типа Кларка, образование АФК (перекиси водорода) в митохондриях определяли с использованием флуорогенного красителя 2,7-дихлородигидрофлуоресцеин диацетата (DCFDA). Полученные результаты показали, что СК способна оказывать прямое регуляторное влияние на основные параметры процесса окислительного фосфорилирования (скорость окисления субстратов, величину дыхательного контроля и коэффициента АДФ/О), а также на образование АФК. Впервые показано, что характер действия СК на метаболизм митохондрий зависит не только от концентрации фитогормона, но также от функционального состояния органелл, которое определяется спецификой метаболизма тканей и органов, из которых они были выделены.

SUMMARY

The aim of this work was to study the effect of a stress phytohormone, salicylic acid (SA), on respiration and generation of reactive oxygen species (ROS) in mitochondria isolated from the cotyledons of lupine seedlings (*Lupinus angustifolius* L.) and stored taproots of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Mitochondria were isolated by differential centrifugation, respiration of organelles was measured polarographically using a Clark-type oxygen electrode, and the formation of ROS (hydrogen peroxide) in mitochondria was determined using a fluorogenic dye 2,7-dichlorodihydrofluorescein diacetate (DCFDA). The results obtained showed that SA is capable of exerting a direct regulatory effect on the main parameters of the oxidative phosphorylation process (the rate of substrate oxidation, the value of respiratory control and the ADP/O coefficient), as well as on the formation of ROS. It was shown for the first time that the character of the SA action on mitochondrial metabolism depends not only on the phytohormone concentration, but also on the functional state of the organelles, which is determined by the specificity of the metabolism of tissues and organs from which they were isolated.

Ключевые слова: *Beta vulgaris* – *Lupinus angustifolius* – митохондрии – салициловая кислота – окисление сукцината – активные формы кислорода

Key words: *Beta vulgaris* – *Lupinus angustifolius* – mitochondria – salicylic acid – succinate oxidation – reactive oxygen species

Введение. Салициловая кислота (СК) относится к фитогормонам фенольной природы, и оказывает регуляторное действие на многие физиологические процессы в растениях, включая: термогенез, индукцию устойчивости при атаке патогенов и действие неблагоприятных условий окружающей среды (водный дефицит, экстремальные температуры и т.д.) [1-5]. Хорошо известна роль, которую играет СК в индукции процесса термогенеза при цветении ароидных [1]. Выделение тепла в клетках соцветий ароидных обусловлено диссипацией энергии в ЭТЦ митохондрий, вследствие индукции альтернативной CN-резистентной оксидазы (АО), которая шунтирует дыхательную цепь на уровне убихинона в обход двух пунктов энергетического сопряжения.

Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в последнее время в выяснении путей передачи гормонального сигнала СК [5, 6], некоторые стороны механизма действия этого фитогормона остаются малоизученными. Это относится, в первую очередь, к выяснению возможного участия активных форм кислорода (АФК) и, прежде всего, перекиси водорода в реализации регуляторного влияния СК на дыхание растений, а также в приобретении растениями устойчивости к неблагоприятным условиям среды и индукции запрограммированной гибели клеток (ЗГК) в ходе реакции сверхчувствительности (СВЧ) [4, 5, 7]. В литературе накапливаются данные, свидетельствующие об участии митохондрий и генерируемых в них АФК, в передаче регуляторного сигнала СК [8, 9-12]. В частности, показано, что индуцированная фитогормоном устойчивость табака к вирусу табачной мозаики

оказалась чувствительна к салицилгидроксамовой кислоте, известному ингибитору АО [8].

В последнее время, с использованием трансгенных растений арабидопсиса было показано, что митохондрии, являются одной из мишеней прямого регуляторного действия СК и играют важную роль в процессе формирования устойчивости растений к биотическим и абиотическим стресс-факторам [10-12]. При этом, образующиеся в митохондриях активные формы кислорода (АФК), в частности, перекись водорода, по-видимому, служат вторичными посредниками в передаче регуляторного сигнала этого фитогормона. Поэтому, изучение регуляторного действия СК на метаболизм митохондрий растений, включая ее влияние на скорость образования АФК этими органеллами, является чрезвычайно актуальным.

Вместе с тем, в настоящее время в литературе имеются лишь единичные работы, посвященные выяснению прямого действия СК на метаболическую активность митохондрий растений, при этом полученные в них результаты оказались достаточно противоречивы. В частности, было показано, что инкубация клеточной культуры табака в присутствии низкой концентрации (20 мкМ) СК приводила к быстрому ингибированию поглощения кислорода и снижению внутриклеточного уровня АТФ, однако, выделенные из этих клеток митохондрии оставались функционально активными [13]. Позднее, в работе Norman и др. [14], это противоречие частично удалось объяснить тем, что была показана способность клеток табака накапливать экзогенную СК. При этом концентрация внутриклеточной СК могла превышать концентрацию экзогенной

(добавленной) СК более чем в 10 раз. Кроме того, была обнаружена концентрационная зависимость действия фитогормона на метаболическую активность митохондрий. Так, в низких концентрациях (ниже 100 мкМ) СК действовала как разобщитель окислительного фосфорилирования, увеличивая скорость окисления субстратов в отсутствие АДФ (состояние 4). При увеличении концентрации СК усиливалось ее ингибирующее действие на дыхание митохондрий, особенно в состоянии 3, т.е. в присутствии АДФ [14]. Тем не менее, имеющихся в литературе данных пока явно недостаточно, для того чтобы утверждать, что описанный выше характер действия СК на метаболизм митохондрий растений является универсальным.

Целью работы являлось изучение влияния СК на процесс окислительного фосфорилирования и генерацию перекиси водорода (H_2O_2) в митохондриях, выделенных из органов, характеризующихся различной функциональной активностью: семядолей проростков люпина и хранящихся (покоящихся) корнеплодов сахарной свеклы

Материал и методы. Растения сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L., сорт Верхнячская 031) выращивали в полевых условиях на опытном участке ИФР РАН. Объектом исследований служили митохондрии, выделенные из ткани зрелых корнеплодов, хранящихся при 4°C в течение 8-16 недель. Семена люпина узколистого (*Lupinus angustifolius* L., сорт «Дикаф»), проращивали в течение 4 дней на воде в термостатируемой комнате при 24°C в темноте.

В работе использовали базовую методику выделения митохондрий из корнеплодов сахарной свеклы [15]. Отмытые митохондрии ресуспендировали в малом объеме среды, содержащей 0.4 М сахарозу, 10 мМ Tris-HCl-буфер (pH 7.2) и 0.1%-ный бычий сывороточный альбумин (БСА), свободный от жирных кислот (ЖК). Митохондрии из семядолей этиолированных проростков люпина выделяли по методу [16]. Выделенные митохондрии ресуспендировали в малом объеме среды, содержащей: 0.3 М сахарозу, 30 мМ MOPS-буфер (pH 7.2) и 0.1% БСА, свободный от ЖК. Суспензию митохондрий хранили на льду. Все операции проводили в холодной комнате при 2-4°C.

Поглощение кислорода митохондриями измеряли полярографически, используя кислородный электрод типа Кларка. Стандартная реакционная среда (1 мл) при 25°C содержала 0.4 М

сахарозу, 10 мМ Tris-HCl-буфер (pH 7.2), 10 мМ K_2PO_4 буфер (pH 7.2), 0,1%-ный БСА, 5 мМ $MgCl_2$ и 0.8 – 1.0 мг белка митохондрий. Остальные добавки приведены в подписи к таблице. Скорость поглощения кислорода, величину дыхательного контроля (ДК) и коэффициента АДФ/О рассчитывали по методу [17]. Количество митохондриального белка определяли по методу Lowry с соавт. [18], используя БСА в качестве стандарта.

Определение образования H_2O_2 в митохондриях проводили с использованием флуорогенного индикатора 2,7-дихлородигидрофлуоресцеин диацетата (DCFDA) по методу Belt et al. [12]. Митохондрии (0.5 мг/мл) инкубировали в стандартной реакционной среде (1 мл). Дополнительно вносили: 5.0 мМ KH_2PO_4 (pH 7.2), 3 мМ $MgCl_2$, 1 Е/мл пероксидазы хрена, 1 мкМ DCFDA, 5 мМ сукцинат в присутствии глутамата (5 мМ), а также 100-500 мкМ СК. Флуоресценцию DCF регистрировали на спектрофлуориметре Hitachi-850 («Hitachi», Япония), длина волны возбуждения – 480 нм, регистрации – 520 нм и рассчитывали скорость образования перекиси водорода (в относительных единицах). В контрольных опытах измерения флуоресценции DCF проводили в отсутствие субстрата дыхания. При этом скорость образования H_2O_2 митохондриями определяли по разности опытных и контрольных значений интенсивности флуоресценции DCF [12].

Все опыты и серии опытов были выполнены в минимум трех биологических и трех аналитических повторностях. На рисунках представлены данные характерных опытов, в таблице представлены средние значения и их стандартные отклонения. В некоторых случаях средние значения сравнивали по *t*-критерию Стьюдента ($p < 0.05$).

Результаты и обсуждение. Митохондрии, изолированные из хранящихся корнеплодов сахарной свеклы и семядолей 4-дневных проростков люпина, характеризовались высокой скоростью окисления сукцината в состоянии 3 (V_3) в присутствии АДФ, а также прочным сопряжением процессов окисления и фосфорилирования, на что указывает высокий коэффициент дыхательного контроля (ДК) по Чансу, который определяется отношением скорости окисления субстрата в состоянии 3 (в присутствии АДФ) к таковой в состоянии 4 (V_4), после исчерпания АДФ в ходе синтеза АТФ, и близкие к теоретическим значения коэффициента АДФ/О (таблица).

Таблица.

Влияние СК на скорость поглощения кислорода, величину ДК и АДФ/О при окислении сукцината митохондриями семян люпина и корнеплода сахарной свеклы

Объект	Вариант	Состояние 3 (V_3)	Состояние 4 (V_4)	ДК (V_3/V_4)	АДФ/О
Семядоли проростков люпина	Контроль	180 ± 14	54 ± 11	3.3 ± 0.1	1.6 ± 0.1
	100 мкМ СК	169 ± 23	66 ± 13	2.6 ± 0.1	1.5 ± 0.3
	500 мкМ СК	139 ± 32	78 ± 18	1.8 ± 0.2	1.3 ± 0.3
Корнеплоды сахарной свеклы	Контроль	192 ± 38	54 ± 8	3.6 ± 1.3	1.8 ± 0.1
	100 мкМ СК	200 ± 31	63 ± 9	3.2 ± 1.4	1.6 ± 0.3
	500 мкМ СК	205 ± 27	114 ± 21	1.8 ± 0.4	1.4 ± 0.2

Примечание. Состав среды инкубации см. раздел Материалы и методы. Дополнительно вносили 5 мМ сукцинат, 5 мМ глутамат, 100 мкМ АДФ (состояние 3) и 100 или 500 мкМ СК. Скорости окисления субстрата выражены в нг-атом O_2 /(мин • мг белка)

Данные таблицы показывают также, что инкубация митохондрий корнеплода в присутствии 100–500 мкМ СК разобщала дыхание, что проявлялось, в первую очередь, в заметном увеличении скорости окисления сукцината в состоянии 4 (в отсутствие АДФ). Разобщающее действие СК сопровождалось снижением величины ДК и коэффициента АДФ/О, т.е. существенным ослаблением прочности сопряжения процесса окислительного фосфорилирования и его эффективности. При изучении влияния 500 мкМ СК на окисление сукцината в митохондриях семян люпина было обнаружено, что фитогормон оказывал гораздо более слабый разобщающий эффект на дыхание в состоянии 4. В то же время, окисление субстрата в состоянии 3 в митохондриях люпина оказалось более чувствительным к действию СК, чем в митохондриях корнеплода, и заметно ингибировалось в присутствии фитогормона (таблица). Таким образом, в митохондриях семян люпина СК, в одинаковых концентрациях, слабее разобщала процесс окислительного фосфорилирования и сильнее ингибировала транспорт электронов в ЭТЦ.

Далее было изучено влияние СК на образование H_2O_2 митохондриями семян люпина и корнеплода сахарной свеклы. Как уже отмечалось во Введении в последнее время с использованием трансгенных растений арабидопсиса, было показано, что митохондрии, будучи одной из мишеней регуляторного действия

СК, играют важную роль в процессе формирования стресс-устойчивости растений [11, 12]. При этом, были получены доказательства участия СК в митохондриальном сигналинге основанном на существенной активации под влиянием фитогормона образования перекиси водорода органеллами при окислении сукцината [11, 12]. С использованием аналогичного методического подхода исследовали влияние СК на образование H_2O_2 при окислении сукцината митохондриями. Было показано, что интенсивность образования H_2O_2 в митохондриях семян люпина, измеренная с помощью DCFDA, носила нелинейный характер (рис. 1а). Вначале наблюдалось постепенное увеличение сигнала, затем в течение нескольких минут генерация АФК митохондриями происходила с примерно одинаковой скоростью, после чего следовало ее резкое ингибирование, которое коррелировало с существенным (до 35-40% от исходного) падением уровня кислорода в кювете, в процессе окисления сукцината (не показано). Учитывая это, мы оценивали влияние СК именно на линейную скорость образования H_2O_2 митохондриями (рис. 1а). Было показано, что присутствие в среде инкубации митохондрий 100 мкМ СК, действительно, вызывала очень значительное увеличение сигнала DCF, как бы свидетельствующего о резком увеличении по сравнению с контролем скорости образования H_2O_2 митохондриями люпина при окислении сукцината (рис. 1б, варианты 1 и 2).

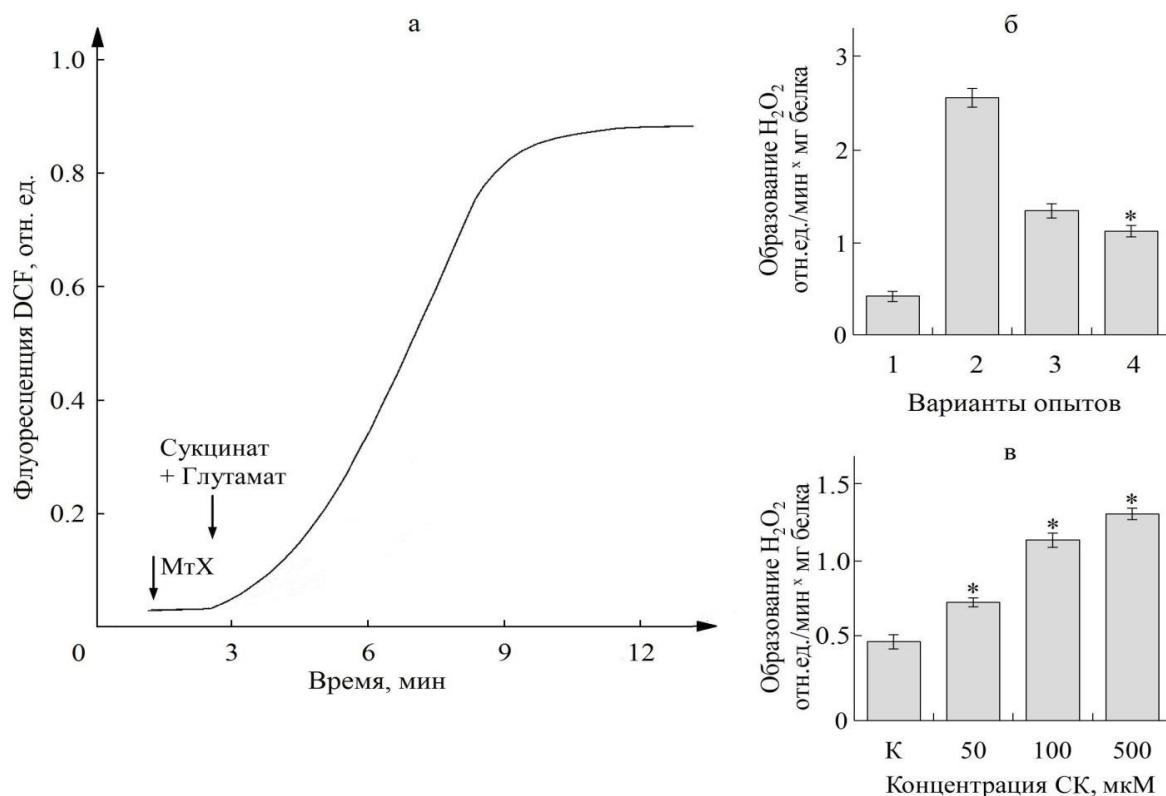


Рис. 1. Влияние СК на генерацию H_2O_2 митохондриями семян люпина.

Состав среды инкубации указан в разделе «Материалы и методы», дополнительно вносили 5 мМ сукцинат, 5 мМ глутамат, 50–500 мкМ СК. а – изменение флуоресценции DCF при окислении сукцината; б – определение влияния СК на флуоресценцию DCF с учетом неспецифического действия гормона. Варианты: 1 – митохондрии в присутствии сукцината (контроль), 2 – митохондрии в присутствии сукцината и СК, 3 – неспецифическое действие СК на флуоресценцию DCF в отсутствие дыхательного субстрата, 4 – выявление реальной стимуляции СК образования АФК митохондриями люпина (разница между флуоресценцией DCF в вариантах 2 и 3). в – влияние различных концентраций СК на образование H_2O_2 в митохондриях семян люпина с учетом неспецифического действия гормона на флуоресценцию DCF. * – достоверные различия по сравнению с контролем (уровень значимости $p < 0,05$)

Аналогичные результаты были получены китайскими учеными на митохондриях листьев арабидопсиса [11]. Однако оказалось, что добавка СК в среду инкубации митохондрий в отсутствие сукцината также заметно увеличивала флуоресценцию индикатора (рис. 1б, вариант 3). Этот негативный контроль показывает существенное увеличение базового сигнала DCF в присутствии СК, очевидно, не связанного с генерацией АФК в дыхательной цепи митохондрий. Полученные нами результаты согласуются с данными австралийских исследователей, которые также на митохондриях арабидопсиса показали, что только разница между интенсивностью сигнала DCF в отсутствие и в присутствии дыхательного субстрата выявляет реальную активацию скорости образования H_2O_2 в ЭТЦ под влиянием фитогормона [12]. Но даже с учетом этого, СК очень существенно, примерно, в 2.0-2.5 раза усиливала образование H_2O_2 митохондриями (рис. 1б, вариант 4). При этом более высокие концентрации СК (500 мкМ) вызывали дополнительную (на 15-20%), активацию образования АФК митохондриями семян люпина (рис. 1в).

Совершенно другая картина наблюдалась при действии СК на образование H_2O_2 в митохондриях корнеплода сахарной свеклы. Прежде всего, следует отметить, что в отсутствие глутамата, обеспечивающего удаление оксалоацетата, образование перекиси митохондриями, выделенными из хранящегося корнеплода, при окислении сукцината практически полностью ингибировалось. При этом инкубация митохондрий в присутствии фитогормона также не активировала образование АФК (данные не приведены). Таким образом, инактивация СДГ оксалоацетатом, оказывала существенное негативное влияние на генерацию H_2O_2 митохондриями корнеплода, что подтверждает данные полученные нами ранее с использованием другого индикатора - *n*-гидроксифенилацетата (РНРА) [19]. При активации СДГ в присутствии глутамата окисление сукцината сопровождалось образованием перекиси, однако, скорость процесса была существенно ниже (примерно в 2-3 раза), чем при окислении этого субстрата в митохондриях люпина (Рис. 2, вариант 1). Добавка в реакционную среду СК заметно активировала флуоресценцию DCF, однако, большая часть этой активации сохранялась в отсутствие субстрата окисления (Рис. 2., варианты

2 и 3). Поэтому, итоговая стимуляция СК образования АФК в дыхательной цепи митохондрий корнеплода при окислении сукцината оказалось незначительной и составляла 10-15% по

сравнению с контролем (Рис. 2, вариант 4). Увеличение концентрации СК до 500 мкМ дополнительно активировало образование АФК митохондриями корнеплода (рис. 2б).

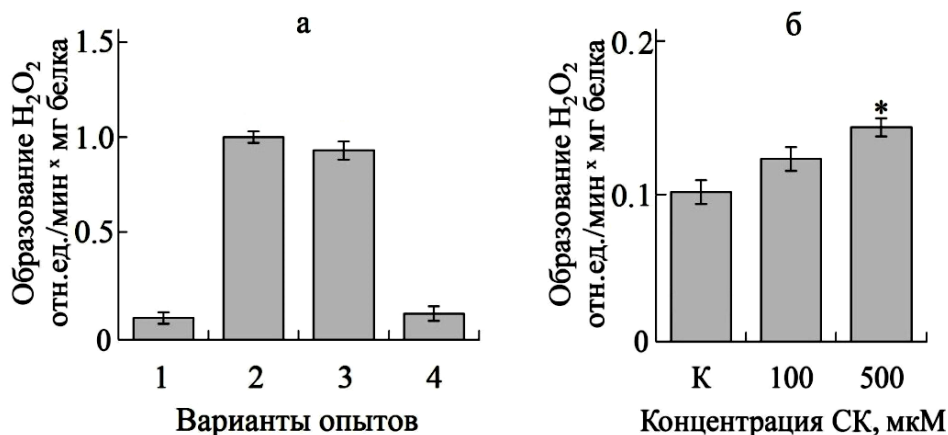


Рис. 2. Влияние СК на скорость образования H₂O₂ митохондриями хранящегося корнеплода сахарной свеклы при окислении сукцината в присутствии глутамата

Условия опытов, как на рис. 1. а - определение влияния СК на флуоресценцию DCF с учетом неспецифического действия гормона. Варианты: 1- митохондрии плюс сукцинат; 2- митохондрии плюс сукцинат плюс СК (100 мкМ); 3 – митохондрии + СК (100 мкМ); 4- реальная активация скорости образования АФК фитогормоном. б - влияние различных концентраций СК на генерацию перекиси водорода митохондриями корнеплода

К сожалению, при использовании DCFDA возникают трудности при определении абсолютной, а не относительной скорости образования H₂O₂, поскольку этот индикатор не реагирует с перекисью непосредственно (для калибровки нужен DCF). Однако в предыдущем исследовании, с использованием другого индикатора (РНРА) нами была определена скорость образования перекиси в митохондриях хранящихся корнеплодов сахарной свеклы [19]. Было показано, что окисление митохондриями 10 мМ сукцината в присутствии глутамата сопровождалось образованием H₂O₂, со скоростью равной 0.14-0.17 нмоль H₂O₂/(мин • мг белка). Если принять, что в реакцию с пероксидазой хрена вовлекается вся образующаяся перекись, или хотя бы ее большая часть, тогда это составит примерно 0.1-0.4% от скорости поглощения кислорода при окислении данного субстрата митохондриями соответственно в состоянии 3 и состоянии 4. Исходя из этого и на основании результатов данной работы, можно примерно оценить скорость образования АФК в митохондриях семядолей люпина, которая при окислении сукцината будет составлять 0.28-0.34 нмоль H₂O₂/(мин • мг белка), а при ее активации (в 2.5-3 раза под влиянием СК, достигая 1.0 нмоль H₂O₂/(мин • мг белка). Это соответствует максимальным значениям генерации АФК в митохондриях растений и животных [5, 10, 20].

Таким образом, полученные нами результаты и данные литературы показали, что, наряду с индукцией ряда генов, кодирующих белки митохондрий растений, в частности, генов АО, СК способна прямо модулировать метаболическую активность этих органелл. При этом СК, при

повышении ее уровня в клетке в условиях стресса, может оказывать регуляторное влияние практически на все основные функции митохондрий: скорость окисления дыхательных субстратов, эффективность процесса окислительного фосфорилирования, величину мембранного потенциала и проницаемость внутренней мембраны органелл [14-16]. Кроме того, в данной работе нами впервые было показано, что сила и характер этого влияния будет зависеть не только от концентрации СК, но и от функционального состояния органелл, которое, в свою очередь, определяется, по-видимому, спецификой метаболизма тканей и органов растений, из которых они были получены.

Одновременно, показано, в том числе и в данной работе, что СК в широком диапазоне концентраций существенно активирует образование АФК (H₂O₂) в митохондриях, которая, выходя из органелл, может служить вторичным посредником в передаче сигнала этого фитогормона. При этом высказывается предположение, что сигнал, поступающий от СК с участием митохондрий, способен увеличивать экспрессию тех ядерных генов, которые не могут быть активированы при передаче сигнала от СК другими путями, например, с участием рецепторов этого фитогормона (NPR1, NPR3, NPR4) [5, 10, 12]. Такая трансформация под влиянием СК метаболизма митохондрий обеспечивает их роль в качестве передатчика сигнала этого фитогормона в форме АФК, вызывая индукцию экспрессии генов ряда защитных белков клетки (включая АО и некоторые антиоксидантные ферменты), способствует формированию устойчивости растений к различным неблагоприятным условиям

окружающей среды [10-12]. Однако в том случае, если антиоксидантная защита не срабатывает по тем или иным причинам, в клетках и в митохондриях возникает окислительный стресс, связанный одновременно с накоплением СК и повышением уровня АФК, поскольку, известно, что СК способна ингибировать ключевые антиоксидантные ферменты, в частности, каталазу и аскорбатпероксидазу. Увеличение концентрации СК ингибирует также активность ЭТЦ, блокируя перенос электронов от начальных дегидрогеназ на убихинон [14]. Кроме того, как впервые показано нами при повышении концентрации СК она может индуцировать АФК-зависимую пермеабиллизацию внутренней мембраны митохондрий семядолей люпина, по-видимому, вследствие открытия в ней канала (или поры) неспецифической проницаемости (РТР), проницаемого для протонов (и, возможно, для других низкомолекулярных катионов), функционирование которого приводит к деполяризации мембраны [16]. Способность СК индуцировать открытие РТР в условиях окислительного стресса была показана только на митохондриях животных [20]. Очевидно, что дисфункция митохондрий, сопровождающаяся полной потерей способности к синтезу АТФ, должна в течение короткого времени привести к гибели клетки. Несомненно, необходимы дополнительные исследования для внесения ясности в обсуждаемые вопросы.

Список литературы

1. Raskin I., Turner I.M., Melander W.R. Regulation of heat production in the inflorescences of an Arum Lily by endogenous salicylic acid // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1989; 86(7): 2214-2218.
2. Amirsadeghi S., Robson C.A., Vanlerberghe G.C. The role of the mitochondria in plant responses to biotic stress // *Physiol. Plant*. 2007; 129(1): 253-266. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00775.x>
3. Horvath E., Szala G., Janda T. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling // *J. Plant Growth Regul.* 2007; 26(2): 290-300. <https://doi.org/10.1007/s00344-007-9017-4>
4. Yuan S., Lin H.H. Role of salicylic acid in plant abiotic stress // *Z. Naturforsch.* 2008; 63(5-6): 313-320. <https://doi.org/10.1515/znc-2008-5-601>
5. Vlot A.C., Dempsey D.A., Klessig D. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease // *Annu. Rev. Phytopathol.* 2009; 47: 177-206. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.050908.135202>
6. Bari R., Jones J.D.G. Role of Plant Hormones in Plant Defence Responses // *Plant Mol. Biol.* 2008; 69(4): 473-488. doi:10.1007/s11103-008-9435-0
7. Garcia-Heredia J.M., Hervas M., de la Rosa M.A., Navarro J. Acetylsalicylic acid induces programmed cell death in Arabidopsis cell cultures // *Planta*. 2008; 228(1): 89-97. <https://doi.org/10.1007/s00425-008-0721-5>
8. Chivasa S., Murphy A.M., Naylor M., Carr J.P. Salicylic acid interferes with tobacco mosaic virus replication via a novel salicylhydroxamic acid-sensitive mechanism // *Plant Cell*. 1997; 9: 547-557. <https://doi.org/10.1105/tpc.9.4.547>
9. Robson C.A., Vanlerberghe G.C. Transgenic plant cells lacking mitochondrial alternative oxidase have increased susceptibility to mitochondria-dependent pathways of programmed cell death // *Plant Physiol.* 2002; 129(4): 1908-1920. <https://doi.org/10.1104/pp.004853>
10. Gleason C., Huang S., Thatcher L.F., Foley R.C. et al. Mitochondrial complex II has a key role in mitochondrial-derived reactive oxygen species influence on plant stress gene regulation and defense // *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2011; 108(26): 10768-10773. <https://doi.org/10.101073/pnas.1016060108>
11. Nie S., Yue H., Zhou J., Xing D. Mitochondria-derived reactive oxygen species play a vital role in the salicylic acid signaling pathway in Arabidopsis thaliana // *PLoS One*. 2015; 10(3): e0119853. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119853>
12. Belt K., Huang S., Thatcher L.F., Casarotto H. et al. Salicylic acid-dependent plant stress signaling via mitochondrial succinate dehydrogenase // *Plant Physiol.* 2017; 173(4): 2029-2040. <https://doi.org/10.1104/pp.16.00060>
13. Xie Z., Chen Z. Salicylic acid induces rapid inhibition of mitochondrial electron transport and oxidative phosphorylation in Tobacco cell // *Plant Physiol.* 1999; 120(1): 217-225. <https://doi.org/10.1104/pp.120.1.217>
14. Norman C., Howell K.A., Millar A.H., Whelan J.M., Day D.A. Salicylic acid is an uncoupler and inhibitor of mitochondrial electron transport // *Plant Physiol.* 2004; 134(1): 492-501. <https://doi.org/10.1104/pp.103.031039>
15. Shugaev A.G., Butsanets P.A., Andreev I.M., Shugaeva N.A. Effect of salicylic acid on the metabolic activity of plant mitochondria // *Russ. J. Plant Physiol.* 2014; 61(4): 520-528. <https://doi.org/10.1134/S1021443714040189>
16. Shugaev A.G., Butsanets P.A., Shugaeva N.A. Salicylic acid induces the proton conductance in the inner mitochondrial membranes of lupine cotyledons // *Russ. J. Plant Physiol.* 2016; 63(5): 727-738. <https://doi.org/10.1134/S1021443716060091>
17. Chance B., Williams G.R. The Respiratory chain and oxidative phosphorylation // *Adv. Enzymol.* 1956; 17: 65-134. <https://doi.org/10.1002/9780470122624.ch2>
18. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the folin phenol reagent // *J. Biol. Chem.* 1951; 193(1): 265-275
19. Shugaev A.G., Lashtabega D.A., Shugaeva N.A., Vyskrebentzeva E.I. Effect of KCl-medium on succinate oxidation and hydrogen peroxide generation in mitochondria of sugar beet // *Russ. J. Plant Physiol.* 2010; 57(2): 189-197. <https://doi.org/10.1134/S1021443710020056>
20. Battaglia V., Salvi M., Toninello A. Oxidative stress is responsible for mitochondrial permeability induction by salicylate in liver mitochondria // *J. Biol. Chem.* 2005; 280(40): 33864-33872. <https://doi.org/10.1074/jbc.M502391200>

УДК 574.9
ГРНТИ 34.35.15

**БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯБЛОННОГО ЦВЕТОЕДА
(*ANTHONOMUS POMORUM LINNAEUS, 1758*) В ДАГЕСТАНЕ**

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1048

Мухтарова Гульнара Магомедовна
кандидат биологических наук, доцент
кафедры биологии и биоразнообразия,
Дагестанский государственный университет,
Махачкала, Россия

**BIOGEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS OF THE APPLE BLOSSOM WEEVIL
(*ANTHONOMUS POMORUM LINNAEUS, 1758*) IN DAGESTAN**

Mukhtarova Gulnara Magomedovna
Candidate of Biological Sciences,
docent of the Department of biology and biodiversity,
Dagestan State University, Makhachkala, Russia.

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена изучению особенностей экологии и распространения одного из наиболее вредоносных долгоносиков – Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758) в различных районах Дагестана, а также созданию карты его ареала.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of the ecology and distribution of one of the most harmful weevils – the Apple blossom weevil (*Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758) in various regions of Dagestan, as well as to the creation of a map of its range.

Ключевые слова: Яблонный цветоед, *Anthonomus pomorum*, вредитель, биогеография, экология, фенология, мониторинг, имаго, карта, ареал, база данных.

Keywords: Apple blossom weevil, *Anthonomus pomorum*, pest, biogeography, ecology, phenology, monitoring, imago, map, range, database.

Для разработки эффективных мер борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, мониторинга состояния популяций и контроля численности, появилась необходимость картографирования их ареалов. Применение биогеографического картографирования в дополнении к энтомологическим методам позволяет перейти на более высокий уровень исследования, выявить и описать в картографическом изображении и легенде карты основные экологические особенности и пространственные закономерности размещения видов.

Биогеографические карты могут быть использованы для выявления закономерностей пространственной организации ареалов, изменения структуры фауны, особенностей экологии, динамики численности и других эколого-географических особенностей видов в соответствии с важнейшими географическими градиентами [1; 2; 3; 4; 5].

Яблонный цветоед (*Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758) является одним из наиболее вредоносных долгоносиков Дагестана, который сильно повреждает яблоню, грушу, в некоторой степени вишню, черешню, терн и др. В этой связи целью работы являлось проведение биогеографического анализа Яблонного цветоеда в Дагестане и картографирование его ареала.

Для достижения поставленной цели решались

следующие задачи: изучение особенностей экологии Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в Дагестане, уточнение площади и границы распространения, проектирование и создание базы данных, и разработка содержания и оформление карты ареала.

В основу работы легли материалы и данные собственных авторских экспедиционных исследований с 1999 по 2020 годы в различных районах Дагестана, а также коллекционные материалы Института экологии и устойчивого развития Дагестанского государственного университета с 1996 по 2020 годы, литературные сведения по жукам-долгоносикам Дагестана [6], аннотированные списки и материалы Г.М. Абдурахманова, М.Ш. Исмаиловой, Б.А. Коротяева, Г.Э. Давидьяна, Ю.Г. Арзанова, В.Н. Прасолова.

При сборе материала для определения точного местоположения и обеспечения информацией о широте, долготе и высоте над уровнем моря использовались: фрагменты топографических карт масштаба 1:100 000 и 1:200 000; описание точек сбора материала на местности; системы глобального спутникового позиционирования (Глонасс и GPS).

В результате проведенных исследований и анализа материала были составлены полевые дневники, карт-схемы территории, получены GPS данные точек сбора материала, уточнены границы

ареала и подготовлены исходные материалы к созданию карты ареала Яблонного цветоеда *Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758 в Дагестане.

Все материалы, полученные в полевых условиях, переводились в формы электронных таблиц с применением программы Microsoft Excel, позволяющей проводить статистическую обработку, формировать базы атрибутивных данных и производить их обработку в геоинформационных системах различного уровня (MapInfo, ArcGIS, QGIS). Для работы с цифровыми моделями рельефа использовался продукт Global Mapper. Окончательное оформление карты осуществлялось при помощи графического редактора Adobe Illustrator CS.

Исследованием биологии и экологии Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в Дагестане начал заниматься еще в семидесятые годы прошлого столетия Г.М. Абдурахманов [7; 8; 9; 10; 11]. В его работах в пределах республики выделено 3 зоны численности и вредоносности Яблонного цветоеда [10; 11], причем зона наибольшего вреда охватывает Горный и Внутригорный Дагестан.

Проведенные исследования фенологии и экологии Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в различных высотных поясах Дагестана показывают, что перезимовавшие имаго в Низменном, Предгорном и Внутригорном Дагестане появляются в первой декаде апреля, в Высокогорных районах – во второй – третьей декаде апреля. Яйцекладка начинается через 7-10 дней. В фазу образования соцветий до раскрытия бутонов кормовых растений, самки выгрызают отверстие в бутоне и откладывают по одному яйцу. Средняя плодовитость самок в условиях Дагестана составляет 40-60 яиц. В уже раскрывающийся бутон яйца не откладываются, яйцо не успевает дать личинку и выпадает, либо личинка не успевает склеить лепестки и также выпадает. В бутоне личинка начинает активно выедать генеративные части цветка, а экскременты склеивают бутон, который начинает сохнуть и темнеть. На развитие яйца требуется 5-10 дней, в зависимости от температуры окружающей среды, еще 7-15 дней необходимо для развития личинки и окукливания. Молодые жуки в Низменном Дагестане появляются уже в середине мая, во Внутригорном – в 3 декаде мая, в высокогорных районах развитие жуков может задерживаться на одну-две недели. Процент зараженности цветоедом в горных и внутригорных районах Дагестана очень высокий – до 80-90%, это объясняется низкими ночными температурами, более продолжительным периодом бутонизации, что в итоге дает возможность максимальному количеству личинок склеить бутон и завершить развитие.

Для составления карты распространения Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в Дагестане была создана база данных, сформирован ГИС-пакет MapInfo, разработана математическая основа карты, ее содержание, а также проведены красочно-оформительские работы.

При разработке математической основы карты для максимального отображения территории, был выбран масштаб 1: 2 000 000 и поперечно-цилиндрическая равноугольная проекция Гаусса-Крюгера (зона 8), с частотой картографической сетки 2°. В качестве основного картографического материала использована цифровая бланковая карта на территорию Республики Дагестан, использовались также цифровая модель рельефа ALOS, границы Российской Федерации, границы субъектов Российской Федерации, границы населенных пунктов, объекты гидрографии и номенклатурные листы. Проведён значительный отбор элементов общегеографического содержания, а для уменьшения нагрузки на карту произведена генерализация, изменения объектов, удаление и добавление слоев.

В качестве элементов тематического содержания на карте точечным методом отображаются точки сбора Яблонного цветоеда в Дагестане и способом ареалов – границы его распространения в пределах республики. В среде настольной картографической системы MapInfo создана буферная зона в каждой точке места обнаружения вредителя с радиусом в 5 км. По физико-географическим данным (рельефу) создана граница ареала. Для лучшего отображения области распространения видов площадь ареала была заштрихована. Обозначения штриха и цвета подобраны в среде MapInfo 15.2 по максимальной читаемости.

Для разработки тематического содержания карты использованы аннотированный список видов жуков-долгоносиков Дагестана; фрагменты топографических карт масштаба 1:100 000, 1:200 000 и 1:500 000; описание точек сбора материала на местности и данные с приборов GPS. На их основе в среде MapInfo разработана база данных.

Для формирования пакета ГИС-проекта средствами операционной системы и ПО MapInfo создана директория, в которой содержится вся необходимая входная, выходная и служебная информация. На следующем этапе разработаны таблицы баз данных с атрибутивной информацией.

Для показателя тематического содержания (места находок Яблонного цветоеда) был создан отдельный слой, который накладывался поверх всех общегеографических слоев, и перекрывал их. Сверху располагаются только подписи населенных пунктов и гидрографии.

Для создания контур ареала первоначально создавалась буферная зона каждой точки из таблицы Nasecom_1. Выделялись все точки находок одного вида «Объекты→Буферные зоны», в окне прописывался радиус зоны. Далее, ручным способом, по буферным зонам и данным о распространении вида по высотной поясности создавался контур ареала.

В дальнейшем все красочно-оформительские работы и макет компоновки карты были перенесены в программную среду Adobe Illustrator.

Макет карты содержит Карту и ее за рамочное оформление, к которому относится Название

карты; Легенда, Зарамочное оформление и Рамка.

В легенде карты отображаются только объекты тематического содержания. В подзаголовках представлены условные обозначения. В легенде приводится используемый условный знак, а также пояснительные подписи к

ним. Легенда размещается на странице листа, в нижнем левом углу.

Основным результатом проведенной работы является карта «Распространение Яблонного цветоеда *Anthonomus pomorum* L. в Дагестане» (рис. 1).

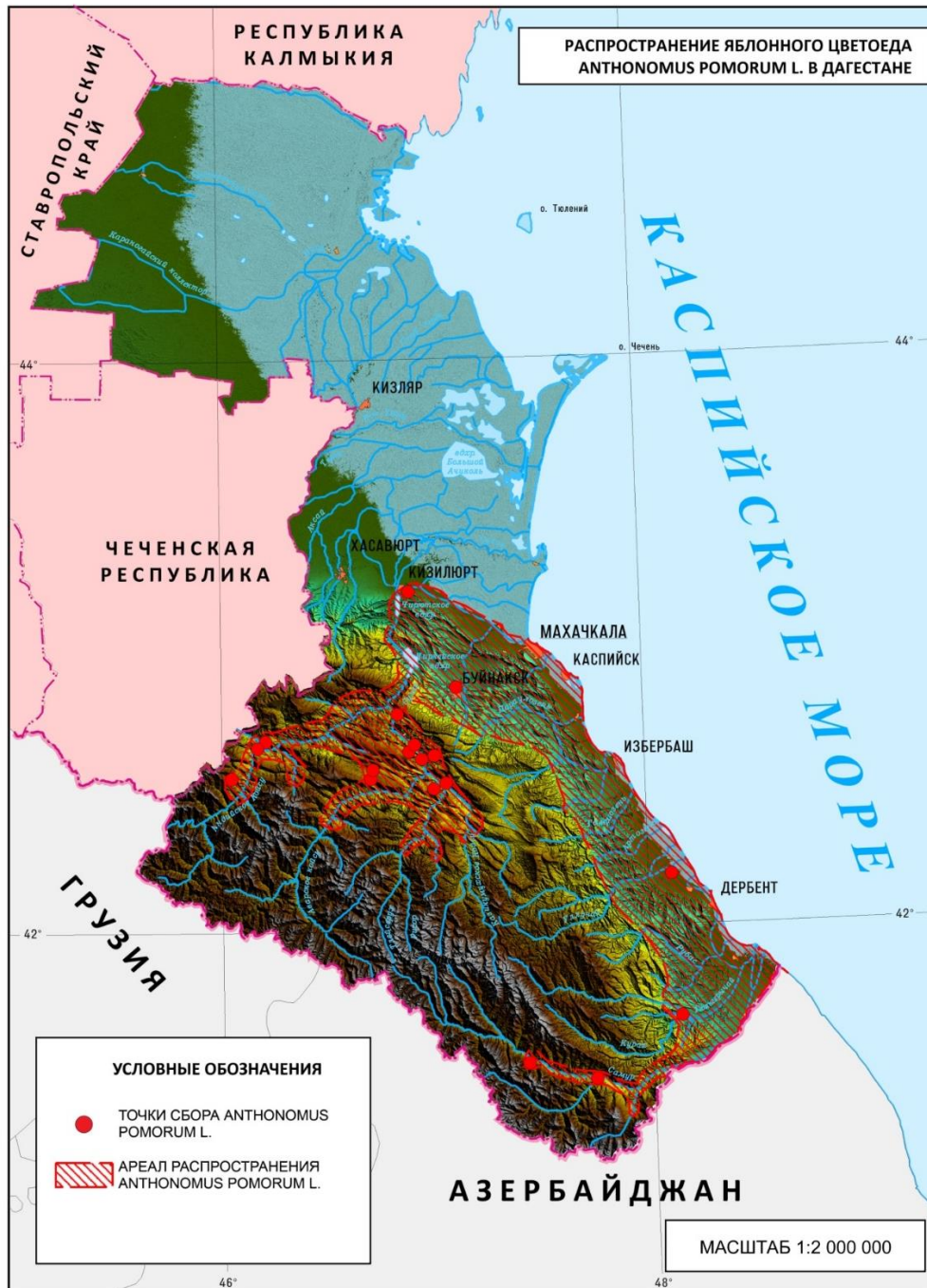


Рисунок 1. Карта ареала Яблонного цветоеда *Anthonomus pomorum* L. в Дагестане.

В результате проведенных исследований изучены особенности экологии и географического распространения Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в Дагестане. Проанализированы литературные и собственные авторские данные о распространении вида в различных физико-географических областях Дагестана, уточнены

площадь и граница ареала, создана база данных и карта распространения вредителя в Дагестане.

Результаты работы могут быть применены для мониторинга и оценки состояния популяции вредителя сельскохозяйственных культур - Яблонного цветоеда (*Anthonomus pomorum* L.) в Дагестане и оптимизации методов борьбы с ним.

Список литературы:

1. Емельянова Л.Г., Леонова Н.Б. Исследование закономерностей пространственной организации ареалов видов растений и животных с использованием критерия активности и численности // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. №1. С. 53-60. [Emelyanova L.G., Leonova N.B. Analysis of the regularities of spatial organization of plant and animal species ranges using the activity and abundance indices. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. Vestnik MGU. Series 5. Geography. 2016; no. 1, pp. 53-60. (In Russ).]
2. Кокорина И.П. Применение геоинформационных методов в зоогеографическом картографировании // Гео-Сибирь. 2010. Т. 1. №2. С. 151-154. [Kokorina I.P. GIS application in zoogeographical mapping. Geo-Sibir GEO-Siberia. 2010; vol. 1, no. 2, pp. 151-154. (In Russ).]
3. Кокорина И.П. Применение методов зоогеографического картографирования при создании карт обилия и запасов тетеревиных на западно-сибирской равнине // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. Т. 1. №1. С. 129-131. [Kokorina I.P. Methods of zoogeographical mapping to create maps of the abundance and hunting volume of grouse on the West Siberian plain. Interekspo Geo-Sibir Interexpo GEO-Siberia. 2016; vol. 1, no. 1, pp.129-131. (In Russ).]
4. Равкин Ю.С., Богомолова И.Н., Цыбулин С.М. Фаунистическое районирование Северной Евразии // Известия РАН. Серия географическая. 2015. № 3. С. 29-40. [Ravkin Yu.S., Bogomolova I.N., Tsybulin S.M. Faunistic Zoning of Northern Eurasia. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya. 2015; no. 3, pp. 29-40. (In Russ).]
5. Юдкин В.А. Особенности интеграции зоологических данных в среду ГИС // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2012. №3 (19). С. 102-105. [Yudkin V.A. Features of integration of the zoological data in GIS environment. Vestnik Sibirskoi gosudarstvennoi geodezicheskoi akademii. Vestnik SSGA. 2012; no. 3 (19), pp. 102-105. (In Russ).]
6. Исмаилова М.Ш., Коротяев Б.А., Абдурахманов Г.М., Мухтарова Г.М. Жуки-долгоносики Северо-Восточного Кавказа. Махачкала, Изд-во: Юпитер, 2007. 300 с. [Ismailova M.Sh., Korotyaev B.A., Abdurakhmanov G.M., Mukhtarova G.M. Zhuki-dolgonosiki Severo-Vostochnogo Kavkaza. Makhachkala, Yupiter Publ., 2007. 300 p. (In Russ).]
7. Абдурахманов Г.М. К изучению жесткокрылых в плодовых садах г. Махачкалы // Материалы научной сессии энтомологов Дагестана. Дагучпедгиз, 1972. С. 3-4. [Abdurakhmanov G.M. To study Coleoptera in fruit orchards of Makhachkala. Materials of the scientific session of entomologists of Dagestan. Daguchpedgiz, 1972. pp. 3-4. (In Russ).]
8. Абдурахманов Г.М. К биологическим особенностям яблоневого цветоеда в Дагестане // Материалы научного совещания зоологов педагогических институтов. Владимир, 1973. С. 5-7. [Abdurakhmanov G.M. On the biological features of the Apple blossom weevil in Dagestan. Materials of the scientific meeting of zoologists of pedagogical institutes. Vladimir, 1973. pp. 5-7. (In Russ).]
9. Абдурахманов Г.М. Насекомые - вредители плодовых культур Дагестана // Материалы VII съезда Всесоюзного энтомологического общества. Ленинград, 1974. Ч. 2. С. 4-5. [Abdurakhmanov G.M. Insects-pests of fruit crops of Dagestan. Materials of the VII Congress of the all-Union entomological society. Leningrad, 1974. Part 2. pp. 4-5. (In Russ).]
10. Абдурахманов Г.М. Жесткокрылые насекомые - вредители плодовых культур. Махачкала, Дагкнигоиздат, 1977. 34 с. [Abdurakhmanov G.M. Coleoptera are pests of fruit crops. Makhachkala, Dagkniigoizdat, 1977. 34 p. (In Russ).]
11. Абдурахманов Г.М., Алиева С.М. Долгоносики, вредящие плодовым культурам // Экологический журнал Дагестана. Махачкала, 2000. С. 7-10. [Abdurakhmanov G.M., Alieva S.M. Weevils, pests of fruit crops. Ekologicheskij zhurnal Dagestana. Makhachkala, 2000. pp. 7-10. (In Russ).]

ЗАЩИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭПИН-ЭКСТРА И ЦИРКОНА ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИМЕНЕНИИ С ГЕРБИЦИДАМИ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1037

Осипова Р.Г.

*канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник
Научный Центр Земледелия Республики Армения*

Мирзоян Г.И.

канд. биол. наук, препод. старшей школы N139, г. Ереван

PROTECTIVE EFFECT OF EPIN-EXTRA AND ZIRCON IN COMBINED USAGE WITH HERBICIDES

Osipova R.G.

*Ph.D.(Biology), lead researcher,
Scientific Center of Agriculture, Republic of Armenia*

Mirzoyan G.I.

Ph.D.(Biology), teacher at high school N139, Yerevan

АННОТАЦИЯ

Исследовано защитное действие регуляторов роста растений эпин-экстра и циркон при совместном действии с гербицидами стомп и дианат на начальные этапы онтогенеза лука и ячменя, а также на корневую меристему ячменя (цитогенетический анализ). Показана устойчивая фитотоксичность гербицидов по показателям длины стеблей и корней. Цитогенетические исследования показали сильное цитотоксическое и мутагенное действие дианата. Препараты эпин-экстра и циркон, регулируя гормональный статус растений, действуя главным образом на клеточном уровне, значительно уменьшают негативное действие гербицидов на культуру при их совместном применении.

ABSTRACT

The protective effect of plant growth regulators epin-extra and zircon under the joint action with herbicides stomp and dianat on the initial stages of onion and barley ontogenesis, as well as on the root meristem of barley (cytogenetic analysis) was studied. The persistent phytotoxicity of herbicides in terms of stem and root length was shown. Cytogenetic studies have shown a strong cytotoxic and mutagenic effect of dianat. Plant growth regulators epin-extra and zircon, by regulating the hormonal status of plants, acting mainly at the cellular level, significantly reduce the negative effect of herbicides on the culture when used together with them.

Ключевые слова: гербицид, эпин-экстра, циркон, фитотоксичность, цитотоксичность.

Key words: herbicides, epin-extra, zircon, phytotoxicity, cytotoxicity.

Одним из основных средств интенсификации сельскохозяйственного производства является использование химических средств защиты от вредителей и болезней агрокультур. При этом происходит не только повышение урожайности сельскохозяйственных культур, но и разрушение среды обитания, так как каждое средство защиты токсично для каких-нибудь жизненных форм, которые исключаются из биоценозов экосистем [1]. Поскольку при химической защите растений не исключен экологический риск, установление степени мутагенности используемых соединений является важной составной частью практического мониторинга мутагенных эффектов в сфере сельскохозяйственного производства.

Учитывая особенности воздействия и количество употребляемых в сельскохозяйственном производстве пестицидов, большую актуальность приобретает поиск и изучение веществ, способных снижать уровень мутаций, возникающих в агроценозах в результате применения пестицидов.

Известно, что гармоничный рост и развитие растительных организмов обеспечивается метаболитами общего типа (трофические корреляции) или фитогормонами (гормональные корреляции), что позволяет им саморегулироваться при изменении условий окружающей среды [2]. Наличие эндогенной системы, строгой координации и регуляции внутренних процессов является основой для управления растениями с помощью экзогенных регуляторных комплексов, состоящих из различных физиологически активных веществ (ФАВ). Поэтому природные и синтетические аналоги гормонов широко используются в качестве средств защиты от пестицидного давления на агроценозы [3,4,5].

Цель данной работы - изучение протекторного действия препаратов эпин-экстра и циркон при совместном действии с гербицидами на начальные этапы онтогенеза лука и ячменя, а также на корневую меристему ячменя (цитогенетический анализ).

Материалы и методы

В работе исследовано негативное действие гербицидов стомп и дианат на сельскохозяйственные культуры. Стомп системный гербицид избирательного действия, почвенный, довсходовый, действующее вещество пендиметалин 330г/л (стомп профессионал - 455г/л), подавляет широкий спектр злаковых и двудольных сорняков. Дианат, дикамба (диметиламиновая соль) производная бензойной кислоты, концентрация действующего вещества 480г/л дикамбы, селективный системный гербицид для применения против однолетних и многолетних широколистных сорняков. Концентрации гербицидов подбирали с учетом рекомендованных для использования доз [6]. Стомп и дианат были тестированы в следующих концентрациях - 0.4%, 0.2% и 0.1%, 0.05% соответственно, при этом 0.4% стоппа и 0.1% дианата являются производственными дозами.

В качестве средств защиты от негативного влияния гербицидов были использованы эпин-экстра и циркон. Эпин-экстра (д.в. фитогормон 24-эпибрассинолид) имеет иммунокорректирующее, рострегулирующее действие, повышает стрессоустойчивость растений. Циркон - регулятор роста, действующее вещество которого представляет собой смесь гидроксикоричных кислот, выделенных из лекарственного растения эхинацея пурпурная. В стрессовых условиях препарат способствует восполнению недостающих, биологически активных соединений иммуномодулирующего и адаптогенного характера. Эпин-экстра и циркон в наших исследованиях применялись в дозах для обработки семян, рекомендованных производителем (Нэст М).

В данной работе представлены исследования проведенные на луке и ячмене. Семена лука и ячменя были обработаны растворами гербицидов и регуляторов роста в течении 2-х и 4-х часов соответственно. Тестом на мутагенность гербицидов служили динамика роста растений лука и ячменя, а также деление клеток и количество aberrаций в корневой меристеме ячменя.

Лабораторные эксперименты выполнены по схеме, представленной в таблице 1. Семена лука после соответствующей обработки гербицидом и регулятором роста согласно вариантам опыта выращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при комнатной температуре (15-20°C). Учет действия испытанных растворов проводили по изменениям (относительно контроля) длины проросших корней, высоты coleoptилей и среднему весу проростков. Динамику роста ячменя определяли методом проращивания семян в рулонах из фильтровальной бумаги и полиэтилена. На 10-й день с момента закладки опыта производили замеры длины корней

и проростков. Повторность всех опытов четырехкратная. Цитогенетический анализ (анафазный) выполнен по общепринятой методике [7]. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы MS Excel 2016. В экспериментах рассчитывали средние величины показателей и их стандартные отклонения, соотношение длины корней и проростков в опытных вариантах относительно контроля принятого за 100%, а также суммарную токсичность. Достоверность результатов определяли с использованием критерия Стьюдента. Результаты исследований приведены в таблицах и диаграммах.

Таблица 1

Схема лабораторных исследований с гербицидами (стомп, дианат) и регуляторами роста растений (эпин-экстра, циркон)

Варианты									
Опыт 1									
Контроль без обработки	Эпин-экстра 0.05%	Раствор стомпа, %		Стомп 0.4+ эпин-экстра 0.05	Стомп 0.2+ эпин-экстра 0.05	Раствор дианата, %		Дианат 0.1+ эпин-экстра 0.05	Дианат 0.05+ эпин-экстра 0.05
		0.4	0.2			0.1	0.05		
Опыт 2									
Контроль без обработки	Циркон 0.025%	Раствор стомпа, %		Стомп 0.4+ циркон 0.025	Стомп 0.2+ циркон 0.025	Раствор дианата, %		Дианат 0.1+ циркон 0.025	Дианат 0.05+ циркон 0.025
		0.4	0.2			0.1	0.05		

Результаты и обсуждения

Влияние разных концентраций гербицидов стомп и дианат совместно с препаратами эпин-

экстра и цирконом на семена лука представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние гербицидов и регуляторов роста на тест-растение /длина корней лука/

Варианты	Средняя длина корня, см	Относительная длина корня, по сравнению с контролем, %	Суммарное токсическое действие, %
1 Контроль	5.4±0.3	100	-
2 Эпин-экстра 0.05	6.4±0.5	118.5	отсутствует
3 Циркон 0.025	5.5±0.2	101.9	отсутствует
4 Стомп 0.4	2.0±0.1	37.0	63.0
5 Стомп 0.4 + эпин-экстра 0.05	2.3±0.2	42.6	57.4
6 Стомп 0.4 + циркон 0.025	2.6±0.2	48.1	51.9
7 Стомп 0.2	2.2±0.1	40.7	59.3
8 Стомп 0.2 + эпин-экстра 0.05	2.4±0.1	44.4	55.6
9 Стомп 0.2 + циркон 0.025	3.2±0.2	59.3	40.7
10 Дианат 0.1	1.4±0.1	25.9	74.1
11 Дианат 0.1 + эпин-экстра 0.05	1.9±0.1	35.2	64.8
12 Дианат 0.1 + циркон 0.025	2.0±0.1	37.0	63.0
13 Дианат 0.05	1.9±0.1	35.2	64.8
14 Дианат 0.05 + эпин-экстра 0.05	2.0±0.1	37.0	63.0
15 Дианат 0.05 + циркон 0.025	2.0±0.1	37.0	63.0

Наибольшая фитотоксичность (по тест-показателю длине корней биотеста) проявилась у стомпа (63%) и дианата (74%) в производственных дозах. Уменьшение дозы гербицидов вдвое уменьшила фитотоксичность на 4% и 10% соответственно. При этом, протекторное действие эпин-экстра колеблется от 4% до 6%, а циркона от 11% до 19% в случае стомпа и в пределах 10% при

совместном действии дианата (0.1%) с эпин-экстра и цирконом. На малой дозе дианата протекторного эффекта нет. В целом же фитотоксическое действие дианата в данном случае намного сильнее (около 10%) действия стомпа, что подтвердилось и при исследовании массы проростков (рисунок 1, 2). При этом защитное действие эпин-экстра и циркона примерно одинаковое.



Рис.1 Рис.2

Несколько иная картина прослеживается в экспериментах с ячменем (таблица 3). Токсическое действие стомпа очень высокое (до 100%). При совместном воздействии с эпин-экстра и цирконом токсичность снижается на 10-15%, продолжая оставаться неприемлемо высокой. Токсичность дианата сравнительно ниже (до 60%), но в данном

случае протекторное действие регуляторов тоже низкое (около 8-10%). Следует отметить, что при действии стомпа, колеоптиги и лука и ячменя очень утолщенные, имеют форму конуса и проростки незначительной длины, что тоже свидетельствует о высокой фитотоксичности гербицида.

Таблица 3

Токсическое действие гербицидов на 10-дневные проростки ячменя

Варианты	Средняя длина стебля, см	Относительная длина стебля, % к контролю	Суммарное токсическое действие, %
Контроль	21.0±1.0	100	-
Эпин-экстра 0.05	20.6±1.3	98.1	1.9
Циркон 0.025	21.2±1.0	100.9	-
Стомп 0.4	-	-	100.0
Стомп 0.2	-	-	100.0
Эпин-экстра 0.05 + стомп 0.4	2.7±0.2	12.8	87.2
Эпин-экстра 0.05 + стомп 0.2	3.7±0.4	17.6	82.4
Циркон 0.025 + стомп 0.4	2.7±0.3	12.8	87.2
Циркон 0.025 + стомп 0.2	3.4±0.3	16.2	83.8
Дианат 0.1	7.2±0.4	34.3	65.7
Дианат 0.05	7.7±0.7	36.6	63.4
Эпин-экстра 0.05 + дианат 0.1	7.5±0.5	35.7	64.3
Эпин-экстра 0.05 + дианат 0.05	9.6±0.4	45.7	54.3
Циркон 0.025 + дианат 0.1	9.1±0.8	43.3	56.7
Циркон 0.025 + дианат 0.05	9.1±0.7	43.3	56.7

Цитогенетическое исследование действия дианата на клетки корневой меристемы проростков

ячменя было также проведено по вышеуказанной схеме (таблица 1). Исследовано действие дианата

совместно с препаратами эпин-экстра и циркон на процесс пролиферации в корневой меристеме проростков ячменя, а также выявлены патологии митозов в ана-телофазе митотического цикла (таблица 4). Как видно из таблицы по сравнению с контролем обе концентрации дианата вызывают в 3 раза больше хромосомных аберраций. При этом

уровень защиты эпин-экстра и циркона в случае 0.1% концентрации дианата практически одинаковы и достигают 30%. При меньшей концентрации протекторное действие выше и в случае эпин-экстра доходит до 40%, а циркона более 50%. Следовательно эпин-экстра и циркон наиболее эффективны на клеточном уровне.

Таблица 4

Защитный эффект эпин-экстра и циркона при действии дианата на клетки корневой меристемы ячменя

Варианты	Исследованные клетки		Количество измененных анафаз	Хромосомные аберрации относительно делящихся клеток, %	Уровень защиты, %
	Всего	Митотические клетки			
Контроль	7250	902	27	3.0±0.6	
Эпин-экстра	3175	443	16	3.6±0.8	
Циркон	3225	462	13	2.8±0.8	
Дианат 0.1%	3050	337	34	10.1±1.6***	29.7 28.7
Эпин-экстра+дианат 0.1%	3525	339	24	7.1±1.4**	
Циркон + дианат 0.1%	3975	443	32	7.2±1.2**	
Дианат 0.05%	2925	343	30	8.7±1.5***	40.2 52.9
Эпин-экстра+дианат 0.05%	3750	493	26	5.2±1.0	
Циркон + дианат 0.05%	2325	242	10	4.1±1.3	

** - P_{0,99}, *** - P_{0,999}

Заключение

Исследование действия производственных и вдвое меньше доз гербицидов стопп и дианат на сельскохозяйственные культуры (лук, ячмень) свидетельствует об устойчивой фитотоксичности этих препаратов по показателям длины корней и стеблей.

Цитогенетические исследования показали сильное цитотоксическое и мутагенное действие дианата.

Препараты эпин-экстра и циркон, регулируя гормональный статус растений, действуя главным образом на клеточном уровне, значительно уменьшают негативное действие гербицидов на культуру при их совместном применении.

Эффективность применяемых ФАВ в данном случае зависит от дозы действующего вещества гербицида, от индивидуальной чувствительности исследуемой культуры, поэтому в каждом конкретном случае необходимо определять оптимальные количества используемых пестицидов и ФАВ, возможность изменения рекомендуемых доз в сторону уменьшения при их совместном действии. Это даст возможность сократить нормы расхода применяемых

пестицидов, что значительно улучшит состояние агроценозов и окружающей среды в целом.

Список литературы

- Захаренко В.А. Гербициды. Москва, ВО "Агропромиздат", 1990, 240с.
- Чайлахян М.Х. и др. Термонология роста и развития растений. Москва, 1982, N2, с. 180-189.
- Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н. и др. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами. Агрохимия, 2005, N11, с. 76-86.
- Осипова Р.Г., Авакян В.А. и др. Изменение негативного действия пестицидов посредством фитогормонов и биогумуса. Ереван, "Известия" ГАУА, 2006, N2. С. 24-26.
- Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях. "Защита и карантин растений", 2014, N6, с. 16-20.
- Справочник химических и биологических способов защиты растений, разрешенных для использования против сорняков, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур Армении. Ереван, 2005, 124 с. (на армянском языке).
- Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. Москва, 1988, 271с.

УДК 581.13:631.811:581.2.02

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ ТЫКВЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКСИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ХРОМА И ЗАСОЛЕНИЯ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1038

Пириев И.Т.*кандидат биол. наук, в.н.с.,***Бабаева Г.Х.***кандидат биол. наук, с.н.с.,***Аннагиева М.А.***с.н.с.*

*лаборатории физиологической экологии растений
Институт ботаники Национальной Академии Наук Азербайджана,
Бадамдарское шоссе, 40, AZ 1004, Баку, Азербайджан*

CHANGE OF PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF PUMPKIN PLANTS AT THE COMPLEX EFFECT OF TOXIC LEVELS OF CHROME AND SALINITY**Piriyev I.T.***PhD of biol. sciences, Leading Researcher,***Babayeva G.Kh.***PhD of biol. sciences, Senior Researcher,***Annagiyeva M.A.***Senior Researcher,**Laboratory of physiological ecology of plants**Institute of Botany, ANAS,**AZ1004, Baku, Azerbaijan, Badamdar highway, 40***РЕЗЮМЕ**

Изучена специфика ответных реакций растений тыквы, подвергнутых одновременному воздействию избытка хрома и натрия хлорида, с учетом морфологических, ростовых изменений в зависимости от длительности воздействия токсикантов. Полученные данные показали, что при совместном воздействии стрессоров наблюдается протекторный эффект среднего засоления при адаптации растений тыквы к избытку хрома.

ABSTRACT

The specificity of the responses of pumpkin plants subjected to simultaneous effect of excess of chrome and sodium chloride has been studied taking into account the morphological, growth changes depending on the duration of influence of toxicants. The data obtained showed that at the combined action of stressors the protective effect of medium salinity during adaptation of pumpkin plants to excess of chromium is observed.

Ключевые слова: хром, хлоридное засоление, тыква, ростовые параметры, содержания воды

Key words: chromium, chloride salinity, pumpkin, growth parameters, water content

Введение

В связи с ухудшением экологической обстановки, в мире все более актуальной проблемой становится продолжающееся расширение территорий почв, загрязненных тяжелыми металлами (ТМ) и подверженных засолению. Засоление почв и загрязнения их тяжелыми металлами является одним из главных неблагоприятных факторов внешней среды, негативно влияющих на рост и развитие растений и снижающих их продуктивность. Засоление становится еще более опасным, когда растения подвергаются одновременно и металлотоксичному стрессу.

Одним из наиболее токсичных элементов, который загрязняет биосферу, является хром и загрязнение им окружающей среды представляет значительный интерес с точки зрения экологической опасности.

Избыток его соединений способствует образованию ряда канцерогенных веществ,

которые вызывают в организмах хромосомные отклонения, мутации, повреждение ДНК [1], ингибирование активности ферментов нитратредуктаз, глутаминсинтазы [2], хлорофиллазы [3]. А это, в свою очередь в растениях сопровождается снижением нитратного азота, замедлением роста и уменьшением объема корней.

Даже незначительные количества занесенного хрома снижали содержание почти всех основных питательных элементов в надземной части растений, а также калия, фосфора, железа и магния в корнях кормовых культур [4].

Он относится к металлам с переменной валентностью, которые особенно активны в комплексообразовании [5].

Содержание хрома в растениях изменяется в зависимости от вида растений и условий произрастания [6].

Некоторые растения являются концентраторами хрома [7]. В литературе есть сведения о более высоком содержании хрома в

растениях семейства бобовые (горох, фасоль) сравнительно с зерновыми культурами [8].

В органах растений хром накапливается неравномерно. В больших количествах, по сравнению с другими органами, хром накапливается в корнях растений [9, 10], при этом преобладающая его часть содержится в растворимой форме в вакуолях.

Поступление хрома из корней в листья составляло только 0,004–0,02 %, что свидетельствует про небольшую подвижность элемента в растении. Предполагается, что Cr^{6+} в тканях быстро восстанавливается до биологически менее активного состояния Cr^{3+} [11].

Хром является одним из наиболее фитотоксичных элементов. Степень его токсичности определяется валентностью. Проявляются различия в токсическом действии трех- и шестивалентного хрома. Cr^{6+} более токсичен, чем Cr^{3+} [12].

Под действием хрома на растения наблюдается, в первую очередь, повреждение корней и ингибирование их роста [13].

Однако, характер физиолого-биохимических ответных реакций растений на совместное действие ТМ и хлоридного засоления, определяющих адаптивную стратегию растения к этим стрессорам, изучен на сегодняшний день все еще недостаточно.

Таким образом, анализ литературных данных свидетельствует о незначительной биологической роли хрома, как микроэлемента, в жизни растений. Нетоксичные концентрации хрома могут вызывать некоторую стимуляцию физиологических процессов, в то время как высокие – существенно ингибируют все ростовые процессы.

Цель нашей работы исследование влияния комплексного и индивидуального воздействия хрома и хлоридного засоления на физиологические процессы растений тыквы с учетом их морфологических, ростовых изменений в зависимости от длительности воздействия токсикантов.

Материалы и методы

Объектом исследования в работе служили корни, стебли, настоящие и семядольные листья

растений тыквы (*Cucurbita pepo* L.) сорта «Перехватка». Пятидневные проростки пересаживали в питательный раствор Кнопа (1N, pH 6,0) в 4 вариантах опыта:

1. контроль (питательный р-р–ПР);
2. ПР+NaCl (0,1 M);
3. ПР+Cr (10^{-4} M $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$);
4. ПР+NaCl+Cr.

Растения выращивали до 21 дня. Пробы растений из всех вариантов брали на анализ в три срока через каждые 7 дней в трех биологических повторностях. Изменение морфометрических показателей и накопление биомассы определяли по прописям, принятым в нашей лаборатории и подробно изложенным в работе [14].

Результаты и обсуждение

Растения проявляют множественное разнообразие ответных реакций на стрессы окружающей среды на разных уровнях своей организации. Для определения адаптационного потенциала растений к экстремальным условиям значительный интерес представляет изучение их изменений на морфологическом и физиолого-биохимическом уровнях в период адаптации к конкретному стрессовому воздействию. В наших экспериментах изучение влияния индивидуального и комплексного использования хрома и хлорида натрия на изменение ростовых параметров растений тыквы в зависимости от длительности их воздействия показало, что корни растений оказались менее чувствительными к металлу, чем стебли во всех сроках опыта. На 21 день эксперимента в случае совместного применения Cr+ NaCl корни в 2 раза опережали свои же стебли по ростовым параметрам (в % от контроля), а также корни 14-дневных растений того же варианта (на 18,7%). Они по длине опережали на 10% и корни 21-дневных растений, получивших только хром

Стебли же из варианта совместного применения токсикантов заметно отставали от стеблей, получивших только хром или NaCl, во всех сроках опыта. Что касается варианта только с NaCl, корни, как всегда, по своей длине превосходили даже контрольные растения на 12,4–28,5 % в зависимости от сроков опыта (Рис 1).

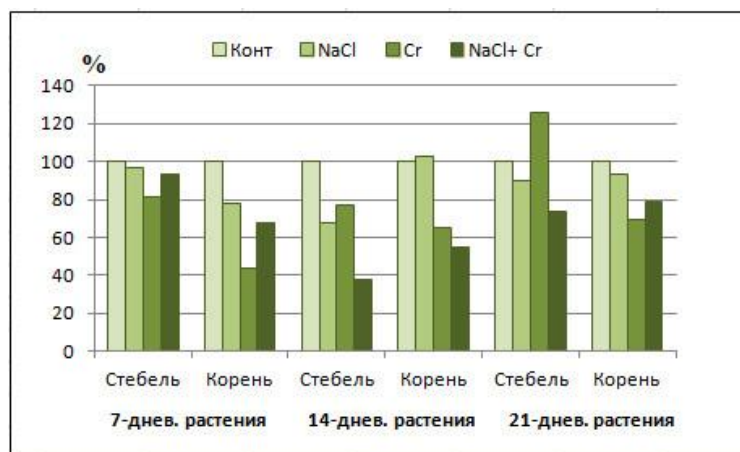


Рис. 1. Влияние Cr и NaCl, использованных в отдельности и в комплексе, на ростовые параметры корня и стебля в зависимости от длительности воздействия (% от контроля)

Условия засоления, оказавшие в наших экспериментах протекторный эффект на растения, несколько снижали токсическое действие хрома не только на их рост, но и накопление биомассы различными органами, в частности, корнями. Если в варианте только с хромом корни накапливали биомассу в размере 85,2; 57,9 и 68,1%, (по срокам опыта), то в варианте Cr+NaCl, соответственно

111,1%; 86,8%, 85,1% от контроля, т.е. сухая биомасса корня в варианте Cr+NaCl составляла 130%, 150%, 125% от их биомассы в варианте только с хромом (по срокам опыта). Здесь явно прослеживается влияние засоления на снижение ингибиторного действия хрома на рост растения (Рис 2.)

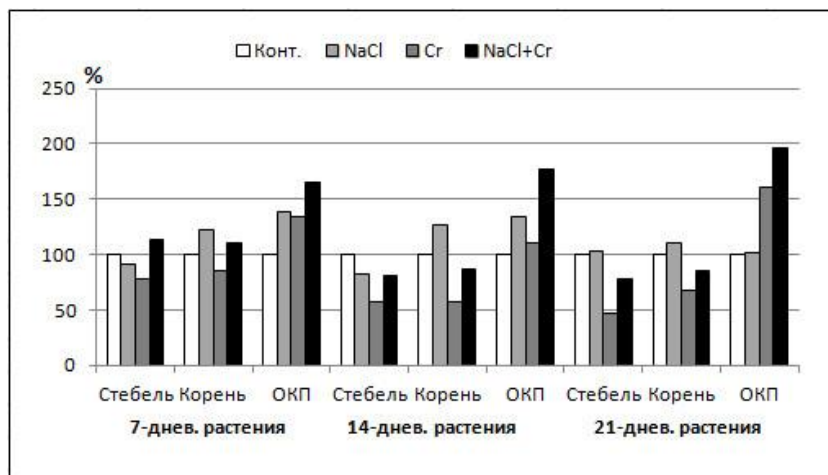


Рис. 2. Динамика накопления сухой биомассы различными органами растений тыквы в зависимости от длительности воздействия Cr и NaCl, использованных в отдельности и в комплексе (в одном растении % от контроля)

Что касается влияния хрома на количество, вес и площадь настоящих и семядольных листьев, то сразу отметим, что хром, взятый в отдельности, ингибировал развитие настоящих листьев во всех сроках опыта, вес и площадь опытных растений значительно (в 2-7,5 раз в зависимости от срока опыта) уступали весу и площади настоящих листьев контрольных образцов. В варианте комплексного использования хрома и NaCl наблюдалась драматически удручающая картина:

на опытных растениях настоящие листья не появились совсем. Семядольные листья же по весу и по площади в вариантах с Cr и Cr+NaCl почти не различались между собой, но значительно (в 2,6-4,8 раз) уступали контрольным растениям. Однако на 21 день опыта в варианте совместного применения Cr и NaCl семядольные листья по своему весу и площади в 2,2 раза опережали листья, получившие только хром (Таблица)

Таблица.

Влияние хрома и засоления при их раздельном и совместном применении на количество, вес и площадь листьев растений тыквы в зависимости от длительности воздействия

Растения	7-дневные				14-дневные				21-дневные			
	Конт.	NaCl	Cr	NaCl+ Cr	Конт.	NaCl	Cr	NaCl+ Cr	Конт.	NaCl	Cr	NaCl+ Cr
Кол-во наст. лист.	1	1	1	1	2	2	1	0	2	5	1	0
Сред. вес 1 наст. листа	70	70	30	30	155	195	20	0	135	196	60	0
Площадь 1 наст. листа	1,75	1,75	0,75	0,75	3,87	4,87	0,5	0	3,37	4,9	1,5	0
Сред. вес 1 семяд. листа	105	50	40	40	100	80	55	50	120	70	25	55
Площадь 1 семяд. листа	2,62	1,25	1	1	2,5	2	1,37	1,25	3	1,75	0,62	1,375

При совместном действии хрома и NaCl наблюдается некоторое снижение ингибиторного действия избытка хрома и на другие физиологические процессы, происходящие в опытных растениях на более поздних стадиях их развития, особенно в корневой системе 21-дневных растений. Об этом свидетельствуют более высокие показатели содержания биомассы, воды, отношения корень/погон (ОКП) по содержанию биомассы, воды в корнях растений, обработанных

хромом в условиях засоления, чем у растений, получивших только хром.

Данные по содержанию воды в органах растений тыквы, подвергнутых одиночному и совместному с NaCl воздействию хрома, показали, что адаптация растений к хлоридному засолению сопровождается некоторым снижением ингибиторного действия хрома на водный статус опытных растений. И корень, и стебель растений в варианте Cr+NaCl оказались в более

благоприятном состоянии по содержанию воды во всех сроках опыта, чем в варианте только с хромом (корень, например, на 45% и стебель на 113% выше в третьем сроке опыта), что, в свою очередь, отразилось на их ростовых процессах.

Выводы

Полученные в работе результаты по изучению формирования и функционирования адаптивных систем у растений по ответным реакциям на индивидуальное и совместное воздействие двух стрессовых факторов приближают нас к пониманию общих механизмов адаптации растений к действию стрессоров различной природы и могут быть использованы в деле повышения металло- и солеустойчивости растений, а также для использования последних в дальнейшем в фиторемедиации загрязненных почв.

Литература

1. Устойчивость к тяжелым металлам/Под ред. Н.В.Алексеевой-Поповой. – Л.: Б.и., 1991: 214 с
2. Допустимые уровни содержания нитратов, нитритов и химических элементов в кормах сельскохозяйственных животных // Токсикологический вестник. – 1997; 6:34.
3. Безсонова В.П. Пассивный мониторинг забруднення середовища важкими металами з використанням трав'яних рослин // Укр. ботан. журн. – 1991; 48 (2) : 77–80
4. Шабанова И.А., Плиев Ю.В. Молибден в семенах интродуцентов клевера горных фитоценозов // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование: Матер. IX междунар. симп. по корм. раст. – Сыктывкар: Б.и., 1999: 245–246.
5. Добровольский О.К. Биологическое действие микроэлементов в связи с их положением в периодической системе Д.И. Менделеева / О.К. Добровольский // Биогеохимия растений. – Улан-Уде, 1969; 2: 29–38.
6. Ноздрюхина Л.Р. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции / Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. – М.: Наука, 1980: 280
7. Петрунина Н.С. Геохимическая экология растений в провинциях с избыточным содержанием микроэлементов (Ni, Co, Cu, Cr, Mo, Pb, Zn) / Н.С. Петрунина // Труды биогеохим. лаборатории АН СССР. – М.: Наука, 1974; 13: 57.
8. Schroeder H.A. Abnormal trace metals in man: chromium / H.A. Schroeder, J.J. Balassa, I.M. Tipton // J. Chron. Dis. 1967; 20: 147. doi.org/10.1016/0021-9681(62)90114-5
9. Shewry P.R. The uptake and transport of chromium by barley seedling (*Hordeum vulgare* L.) / P.R. Shewry, P.J. Peterson // J. Exp. Bot. 1974; 25(87): 785–797 DOI: 10.2307/23688813
10. Wallace A. Some effects of chromium toxicity on bush bean plants grown in soil / A. Wallace, S.M. Soufi, J.W. Cha, E.M. Romney // Plant and soil. 1976; 44(2): 421–473.
11. Parr P.D. Incorporation of chromium in vegetation through root uptake and foliar absorption pathways / P.D. Parr, F.G. Ir. Taylor // Environ. and Exp. Bot. 1980; 20(2): 157–160.
12. Hanuš J. Štoxicity chromu metodu klivosti a koreňvych prirastkov / Hanuš J. // Pol'nosposodarstvo. 1983; 29(4): 273–278.
13. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях/Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. М.: Мир, 1989: 439 с.
14. Ширвани Т.С., Самедова А.Д., Салаева Х.Л., Пириев И.Т., Аннагиева М.А., Али-аде В.М. Воздействие различных доз кадмия на ростовые и физиолого-биохимические характеристики растений тыквы // Известия НАНА, биол. науки. 2010; 65(3-4): 3-11.

УДК 612.821 + 612.661

АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ В ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЭЭГ ПОКОЯ МАРКЕРОВ ЗАДАТКОВ СПОСОБНОСТЕЙ К УСПЕШНОМУ ВЫПОЛНЕНИЮ КОГНИТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1040

Цицеровшин М.Н., Панасевич Е.А.

ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург

THE REVEALING IN THE TOPOLOGICAL FEATURES OF THE RESTING EEG SPATIAL ORGANIZATION OF MARKERS OF ABILITIES TO BE SUCCESSFUL PERFORM OF COGNITIVE ACTIVITIES

Tsitseroshin M.N., Panasevich E.A.

АННОТАЦИЯ

Предлагаемый алгоритм выявления в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий потенциалов мозга у испытуемых в состоянии спокойного бодрствования маркеров задатков способностей к успешному выполнению различных видов когнитивной деятельности отличается существенной новизной. В его основе лежат известные, хотя и не столь широко распространенные, представления о существовании в биоэлектрической активности мозга человека биологических маркеров, характерных для данного индивидуума задатков общих и специальных

способностей, маркеров возможности эффективного выполнения им разных видов когнитивной деятельности. Эти представления в отечественной психофизиологии, начиная с работ А.Н.Лебедева с соавторами, неоднократно получали экспериментальные подтверждения. В последние годы доказательная база таких подтверждений прогрессивно возрастает. Отличительной особенностью предложенного алгоритма является то, что в настоящем исследовании для анализа фоновой ЭЭГ применялись оценки не локальных характеристик биоэлектрической активности мозга, как в большинстве опубликованных работ по данной тематике, а показатели пространственной структуры межрегиональных взаимодействий потенциалов многих отделов коры больших полушарий. Поскольку психика является результатом целостной деятельности мозга, локальные нейрофизиологические явления, включая и ЭЭГ процессы, заведомо обладают меньшей информативностью, особенно с точки зрения затрагиваемых в настоящей работе вопросов.

В настоящей работе было обследовано 120 испытуемых разного возраста: из них 41 человек взрослых испытуемых, 27 подростков 12 лет, 52 ребенка 5–6 лет. В каждой возрастной группе оценивали степень кросскорреляции пространственной структуры межрегиональных связей ЭЭГ, отводимых от различных отделов коры в состоянии спокойного бодрствования у испытуемых мужского и женского пола с качеством выполнения ими отдельных субтестов теста Векслера (WAIS и WISC). Для выявления индивидуумов, отличающихся повышенными способностями к наиболее успешному выполнению конкретных субтестов теста Векслера в анализируемых группах, был разработан специальный алгоритм. С этой целью выделяли тех индивидуумов в группе, которые отличались пространственной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий фоновой активности мозга наиболее сходной с дистантной организацией паттернов межкортикальных взаимодействий, характерных для испытуемых, успешно выполняющих субтест. В результате проведенных исследований были получены данные, указывающие, что с высокой надежностью у испытуемых разных возрастных групп – у взрослых, подростков 12 лет и детей 5-6 лет, можно выявить в фоновой ЭЭГ наличие в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий феномена отражения в ЭЭГ покоя задатков способностей к успешному выполнению различных видов когнитивной деятельности.

ABSTARCT

The proposed algorithm for identifying in the topological features of the spatial organization of intercortical interactions of brain potentials in subjects in a state of calm wakefulness markers of the makings of the ability to successfully perform various types of cognitive activity is characterized by significant novelty. It is based on the well-known, though not so widespread, ideas about the existence of biological markers in the bioelectric activity of the human brain, which are characteristic general and special abilities of the individual, that is markers of the possibility of effective performance of different types of cognitive activity. These concepts in psychophysiology, starting with the work of A. N. Lebedev et al., repeatedly received experimental confirmation. In recent years, the confirmation of such evidence has been progressively increasing. A distinctive feature of the proposed algorithm is that in the present study for the analysis of background EEG, the estimates of not local characteristics of bioelectric brain activity, as in most published works on this subject, but indicators of the spatial structure of interregional interactions of the potentials of many parts of the cerebral cortex were used. Since the psyche is the result of holistic brain activity, local neurophysiological phenomena, including EEG processes, obviously have less informative, especially from the point of view of the issues raised in this work.

In this study, 120 subjects of different ages were examined: 41 adult subjects, 27 adolescents 12 years, 52 children 5-6 years. In each age group, the degree of cross-correlation of the spatial structure of inter-regional EEG connections taken from different parts of the cortex in a resting state in male and female subjects with the quality of their performance of separate subtest of the Wechsler test (WAIS and WISC) was assessed. A special algorithm has been developed to identify individuals with enhanced ability to perform specific subtests of the Wechsler test in the analyzed groups. To this end, we identified those individuals in the group who differed in the spatial organization of patterns of interregional interactions of background brain activity most similar to the distant organization of patterns of intercortical interactions characteristic of the successful implementation of the subtest. As a result of the conducted studies, data were obtained indicating that with high reliability in subjects of different age groups – adults, adolescents 12 years and children 5-6 years, it is possible to identify in the background EEG the presence in the topological features of the spatial organization of intercortical interactions of the phenomenon of reflection in the EEG rest of the makings of the ability to successfully perform various types of cognitive activity.

Ключевые слова: ЭЭГ, межрегиональные взаимодействия, когнитивная деятельность, задатки способностей, тест Векслера

Keywords: EEG, interregional interactions, cognitive activity, abilities, WISC и WAIS

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый алгоритм выявления в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий потенциалов мозга у испытуемых в состоянии спокойного бодрствования маркеров задатков

способностей к успешному выполнению различных видов когнитивной деятельности отличается существенной новизной. В его основе лежат известные, хотя и не столь широко распространенные, представления о существовании в биоэлектрической активности

мозга человека биологических маркеров, характерных для данного индивидуума задатков общих и специальных способностей, маркеров возможности эффективного выполнения им разных видов когнитивной деятельности, вплоть до маркеров оценок индивидуального уровня различных аспектов вербального и невербального интеллекта. Эти представления в отечественной психологии, начиная с работ Б.М.Теплова, Е.Н.Соколова, В.Д.Небылицына, В.Д.Мозгового, В.М.Русалова, М.В.Бодунова и, особенно, работ А.Н.Лебедева с соавт., неоднократно получали экспериментальные подтверждения. В последние годы доказательная база таких подтверждений прогрессивно возрастает. Так, в работе О.М.Разумниковой [Разумникова, 2003] приводятся данные о выявлении в амплитудно-частотных характеристиках колебаний ЭЭГ коррелятов вербального, арифметического и образного компонентов IQ. Э.А.Голубева в монографии 2005 года [Голубева, 2005], на основании собственных исследований и обзора современных литературных данных, приходит к выводу о «большой информационной емкости электрофизиологических методов изучения типологических особенностей высшей нервной деятельности человека». Л.А.Хохлова [Хохлова, 2012] в своей диссертационной работе (на соискание ученой степени доктора психологических наук), на основе исследования пространственной организации биопотенциалов мозга у студентов, изучающих английский и французский языки, приводит развернутую характеристику возможных психофизиологических предпосылок развития индивидуальных способностей к успешному овладению иностранными языками.

В зарубежных исследованиях этот феномен подвергся развернутому изучению значительно позже – в начале XXI века, однако, благодаря существенной финансовой поддержке исследований мозга правительством США (в частности, в рамках Human Connectome Project) это привело, к успешному использованию большим числом научных коллективов, особенно американских ученых, современных методов фМРТ с целью визуализации *in vivo* структурных и функциональных взаимодействий в мозге. Результаты ряда проведенных с помощью современных методов нейровизуализации поисковых исследований коррелятивных соотношений активности мозга (по данным fMRI) с качеством когнитивной деятельности также предоставили аргументы в пользу концепций, указывающих, что распределенные нервные сети головного мозга, обеспечивающие функциональные взаимодействия между многими его областями, могут выполнять роль нейрональной основы интеллекта [Song et al., 2008; Satterthwaite et al., 2014]. Так, De Shotten с соавт. [Cerliani et al., 2017], автор известный своими многими работами по исследованию на основе метода диффузной трактографии организации

функционального коннектома мозга, приходит к важному для обсуждаемых здесь вопросов выводу: «Благодаря своим связям с остальной частью мозга зона коры определяет свою функцию».

МЕТОДИКА

Всего было обследовано 120 испытуемых разного возраста. Из них 41 человек составили взрослые испытуемые - 27 женщин (средний возраст 25 лет) и 14 мужчин (средний возраст 26 лет). 27 других испытуемых составили подростки 12 лет, из них 14 мальчиков (средний возраст 12 лет 6 месяцев) и 13 девочек (средний возраст 12 лет 8 месяцев). Группу детей старшего дошкольного возраста составили 52 ребенка 5–6 лет, из них 23 мальчика (средний возраст 6 лет 3 месяца) и 29 девочек (средний возраст 6 лет 1 месяц).

Уровень интеллектуального развития у взрослых испытуемых оценивали с использованием методики Д. Векслера – тест WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scale) в адаптированной и стандартизированной версии [Филимоненко, Тимофеев, 1995]. Уровень интеллектуального развития детей 5-6 лет и подростков 12 лет оценивали с использованием методики Д. Векслера – тест WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children) в адаптированной и стандартизированной версии [Филимоненко, Тимофеев, 1994]. Взрослые испытуемые выполняли 11 субтестов (6 вербальных и 5 невербальных), дети и подростки выполняли 12 субтестов (6 вербальных и 6 невербальных). Успешность выполнения каждого субтеста оценивали в баллах, отдельно для каждого субтеста. Во время выполнения тестов регистрацию ЭЭГ не проводили.

Следует подчеркнуть, что в данной работе различные субтесты теста Векслера использовались нами как широко распространённые и хорошо себя зарекомендовавшие в качестве диагностического инструмента тестовые задания для исследования успешности выполнения различных видов когнитивной деятельности. Эти задания были выбраны как охватывающие достаточно большой диапазон когнитивных функций и имеющие чёткую и стандартизованную систему оценок результатов деятельности.

ЭЭГ регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами (фоновая ЭЭГ) на 24-канальном компьютерном электроэнцефалографе с полосой пропускания – 0.5–30 Гц, с частотой квантования 185 в секунду. Применяли 20 монополярных отведений. В качестве референта использовали объединенные электроды на мочках ушей. 16 электродов из 20 располагали по международной схеме 10–20 в переднелобных (Fp1, Fp2), заднелобных (F3, F4), нижнелобных (F7, F8), центральных (C3, C4), средневисочных (T3, T4), задневисочных (T5, T6), теменных (P3, P4) и затылочных (O1, O2) областях. Дополнительно устанавливали 4 электрода – по два в передневисочных областях (T1, T2), и в зонах ТРО обоих полушарий (TP1, TP2).

У каждого испытуемого с помощью кросскорреляционного анализа ЭЭГ производили обработку от 30 до 90 эпох анализа фоновой ЭЭГ (длительностью по 4 с), не содержащих артефактов. В результате общая длительность анализируемых периодов ЭЭГ колебалась от 2 до 6 минут. В последовательных эпохах анализа ЭЭГ вычисляли матрицы (размерностью 20×20) коэффициентов кросскорреляции (КК) попарно между ЭЭГ от 20 отведений. Таким образом, для каждой эпохи анализа получали 190 значений КК ЭЭГ, оцениваемых попарно между всеми 20 отведениями.

С целью исключения из анализа кратковременных периодов колебаний функционального состояния в пределах исследуемого состояния спокойного бодрствования с помощью иерархического агломеративного кластерного анализа проводили сопоставление оценок статистического сходства между собой всех матриц кросскорреляции ЭЭГ, соответствующих 4-х секундным эпохам анализа в данном наблюдении. Те матрицы КК ЭЭГ, которые по статистическим характеристикам значимо отличались от общей группы матриц, исключали из дальнейшего анализа (обычно не более от 2 до 10 матриц). Таким образом, добивались обработки только статистически однородных периодов ЭЭГ. Зарегистрированные у каждого из испытуемых кросскорреляционные матрицы многоканальной ЭЭГ подвергали усреднению в пределах изучаемого состояния по всем отобранным эпохам анализа ЭЭГ (с поэлементным вычислением средних значений и дисперсии КК ЭЭГ для каждого из 190 значений каждой из последовательных кросскорреляционных матриц). При операциях усреднения коэффициентов кросскорреляции применяли z -преобразование Фишера.

С целью выявления статистической связности успешности выполнения субтестов с пространственной организацией межрегиональных взаимодействий биопотенциалов коры у испытуемых данной возрастной группы проводили вычисления коэффициентов кросскорреляции по алгоритму К. Пирсона оценок успешности выполнения каждым из испытуемых в данной группе конкретного субтеста теста Векслера со значениями оценок статистической связи между ЭЭГ_процессами, отводимыми от каждого из двух отведений ЭЭГ в фоновом состоянии у того же испытуемого (исходя из 190 КК ЭЭГ для 20 отведений). В конкретной возрастной группе все вычисления производили у испытуемых мужского и женского пола в отдельности. Таким образом, в каждой возрастной группе оценивали степень кросскорреляции пространственной структуры межрегиональных связей ЭЭГ, отводимых от различных отделов коры в состоянии спокойного бодрствования у испытуемых мужского и женского пола с качеством выполнения ими отдельных субтестов теста Векслера.

По получаемым таким образом групповым данным в отдельности для лиц мужского и

женского пола значений коэффициентов кросскорреляции между оценками уровней 190 дистантных связей ЭЭГ, характерных для фонового состояния мозга испытуемых, и оценками успешности выполнения ими субтестов теста Векслера строили карты-схемы межрегиональных взаимодействий, характеризующих пространственную структуру связей ЭЭГ, присущую индивидуумам, способным к наилучшему выполнению данного субтеста. Эти паттерны в отличие от «индивидуальных» паттернов межрегиональных взаимодействий, характерных для каждого из индивидуумов в анализируемой группе, не принадлежат ни одному из испытуемых в отдельности и характеризуют пространственную структуру связей ЭЭГ, способствующую наилучшему выполнению данного субтеста. Поэтому в настоящей работе мы назвали их «идеальными» паттернами. На формируемых картах-схемах «идеальных» паттернов толщина и цвет линий, соединяющих каждую из пар отведений ЭЭГ, отражают степень коррелятивной связи показателей пространственной организации ЭЭГ у испытуемых в состоянии покоя с качеством выполнения ими субтестов теста Векслера (см. Рис. 1-3).

Поскольку выявляемые таким образом карты-схемы межрегиональных взаимосвязей различных отделов коры мозга, получены на основе групповых, а не индивидуальных данных, то необходимо учитывать, что формируемые из этих карт-схем «идеальные» паттерны характеризуют не степень взаимокорреляции ЭЭГ, оцениваемой между соответствующими парами отведений, а степень коррелятивной связи качества выполнения испытуемыми конкретных субтестов с оценками присущей им в покое пространственной организацией ЭЭГ (т.е. с величинами уровней межрегиональных взаимодействий биоэлектрической активности мозга, измеряемых в фоновом состоянии испытуемых).

Поэтому, с целью подчеркивания функциональных отличий выявляемых согласно описываемого выше алгоритма паттернов коррелятивных соотношений пространственной организации межрегиональных взаимодействий с оценками успешности выполнения испытуемыми тестовых заданий от характерных для каждого из этих испытуемых в состоянии спокойного бодрствования «индивидуальных» паттернов межрегиональных взаимодействий, в дальнейшем по тексту работы мы будем формируемые по результатам исследований карты-схемы паттернов межрегиональных взаимосвязей именовать «идеальными паттернами». Эти паттерны в отличие от «индивидуальных» паттернов межрегиональных взаимодействий, характерных для каждого из индивидуумов в анализируемой группе, не принадлежат ни одному из испытуемых в отдельности и характеризуют пространственную структуру связей ЭЭГ, способствующую наилучшему выполнению данного субтеста (см. Рис. 1-3).

Для выявления конкретных индивидуумов в анализируемых группах, отличающихся повышенными способностями к наиболее успешному выполнению конкретных субтестов теста Векслера был **разработан специальный алгоритм**. Здесь следует подчеркнуть, что в настоящей работе разные субтесты теста Векслера использовались нами как широко распространённые и хорошо себя зарекомендовавшие в качестве диагностического инструмента тестовые задания для исследования успешности выполнения испытуемыми различных видов когнитивной деятельности. Эти задания были выбраны нами как охватывающие достаточно большой диапазон когнитивных функций и имеющие чёткую и стандартизованную систему оценок результатов деятельности.

Согласно разработанному алгоритму проводили вычисление коэффициентов статистического сходства (КС) пространственной организации выявляемых **по групповым данным** для отдельных субтестов «идеальных паттернов» с присущими каждому из испытуемых в данной возрастной группе в состоянии спокойного бодрствования «индивидуальными паттернами» межрегиональных взаимодействий ЭЭГ. По величинам коэффициентов сходства индивидуальных паттернов, характерных для отдельных испытуемых, с «идеальными» паттернами, соответствующими данному субтесту, производили ранжировку испытуемых, затем эти ранжированные данные сопоставляли с ранжировками испытуемых по оценкам качества выполнения субтестов, что позволило четко выявлять тех индивидуумов в группах, которые отличались наиболее высоким в анализируемой группе качеством выполнения данного субтеста (см. рис. 1-3 и табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе было обследовано 120 испытуемых разного возраста (взрослые испытуемые (n=41), подростки 12 лет (n=27) и дети старшего дошкольного возраста (n=52)).

В группе детей 5-6 лет ранее нами были получены данные, указывающие на наличие в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий у детей 5-6 лет феномена отражения в ЭЭГ покоя задатков способностей к успешному выполнению различных видов продуктивной деятельности (Панасевич, Цицерошин, 2015). Также и в настоящей работе этот феномен устойчиво выявлялся у всех обследованных испытуемых (то есть у взрослых (41 человек) и у подростков 12 лет (27 человек)). При этом важно подчеркнуть, что этот феномен проявлялся при исследовании биоэлектрической активности мозга, зарегистрированной в фоновом состоянии покоя (т.е. в спокойном бодрствовании с закрытыми глазами) в отдельности у испытуемых мужского и женского пола: у взрослых испытуемых - 27 женщин и 14 мужчин; у подростков 12 лет - 14 мальчиков и 13 девочек.

Для выявления конкретных индивидуумов, отличающихся повышенными способностями к наиболее успешному выполнению конкретных субтестов теста Векслера **в анализируемых группах**, был **разработан специальный алгоритм**. Согласно разработанному алгоритму проводили вычисление коэффициентов статистического сходства (КС) пространственной организации выявляемых для отдельных субтестов «идеальных паттернов» межрегиональных взаимодействий ЭЭГ с присущими каждому из испытуемых в состоянии спокойного бодрствования в данной возрастной группе «индивидуальными паттернами» межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ. По значениям коэффициентов сходства индивидуальных паттернов, характерных для отдельных испытуемых в данной группе, с «идеальным» паттерном, соответствующим конкретному субтесту, производили ранжировку испытуемых.

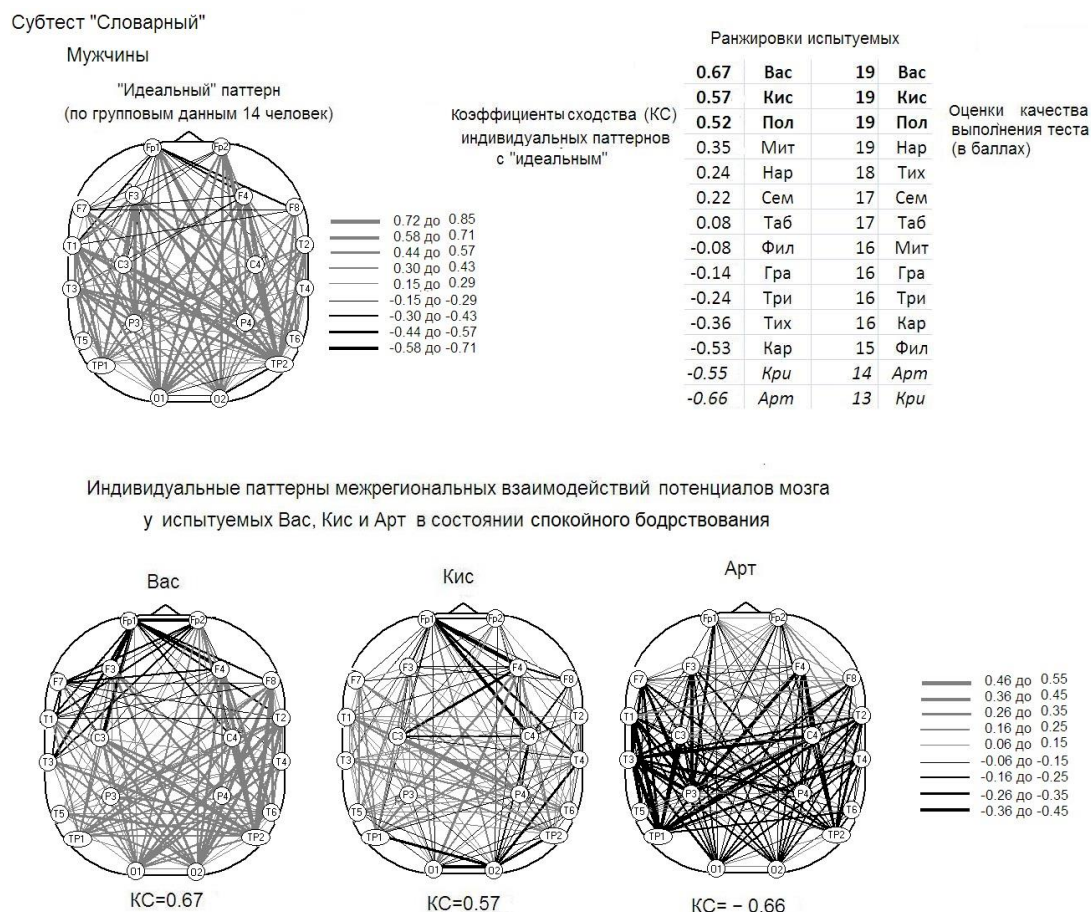


Рис. 1. Алгоритм выявления в группе взрослых испытуемых, мужского пола ($n=14$), индивидуумов, которые отличались пространственной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий фоновой активности мозга, наиболее сходной с дистантной организацией паттернов межкортикальных взаимодействий, характерных для успешного выполнения испытуемыми субтеста «Словарный».

В левой верхней части рисунка представлен «идеальный» паттерн, полученный для вербального субтеста теста Векслера «Словарный». Этот паттерн отражает степень коррелятивной связи показателей пространственной организации ЭЭГ в состоянии покоя в группе мужчин ($n=14$) с качеством выполнения испытуемыми субтеста «Словарный». Серые линии на схеме паттерна соответствуют положительным значениям оценок кросскорреляции уровней дистантных связей ЭЭГ с качеством выполнения испытуемыми субтеста, черные - отрицательным значениям. Толщина линий отражает степень кросскорреляции, согласно шкале справа от схемы. Значения кросскорреляции для всех представленных связей, превышающие уровень 0.50, достоверно отличаются от нуля при $p = 0.05$.

В правой верхней части - ранжировки испытуемых по критериям оценок качества выполнения субтеста «Словарный» - шкала справа, слева - шкала значений коэффициентов сходства (КС) «индивидуальных» паттернов межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ, характерных для каждого из испытуемых с «идеальным» паттерном, полученным для субтеста «Словарный».

В нижней части рисунка представлены «индивидуальные» паттерны трёх испытуемых, два из которых отличаются максимальными значениями коэффициентов сходства (КС) с идеальным паттерном, полученным для субтеста «Словарный» - это испытуемые Вас и Кис с КС 0,67 и 0,57 соответственно, в то время как испытуемый Арт обладает индивидуальным паттерном межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ в состоянии покоя, разительно отличающимся от «идеального» - с КС = -0,66.

Важно отметить, что в отличие от «идеального» паттерна, на схемах всех «индивидуальных» паттернов с помощью серых и чёрных линий изображены соответственно положительные и отрицательные кросскорреляционные связи между ЭЭГ различных отделов коры, при этом толщина линий отражает уровень кросскорреляции, согласно шкале справа. Значения кросскорреляции для всех представленных на паттернах межрегиональных взаимодействий, превышающие уровень 0.50, достоверно отличаются от нуля при $p = 0.05$.

Как видно из примера на рис. 1, максимальные значения КС оказываются присущи тем испытуемым, которые наиболее успешно

справлялись с выполнением конкретного задания - в данном случае субтеста «Словарный». Так, при просмотре в нижней части рисунка 1

индивидуальных паттернов испытуемых, отличающихся в группе мужчин максимальными значениями КС с идеальным паттерном для субтеста «Словарный» - это испытуемые *Вас* и *Кис* с коэффициентами сходства $0,67$ и $0,57$ соответственно, действительно заметно их наиболее выраженное сходство с идеальным паттерном, что подтверждается и максимальными оценками качества выполнения этими испытуемыми субтеста «Словарный» – у обоих по 19 баллов (см. правый ряд ранжировок на рис. 1). В

свою очередь испытуемый *Арт* обладал индивидуальным паттерном межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ в состоянии покоя, разительно отличающимся от идеального. По значениям оценок качества выполнения задания именно этот испытуемый оказался в группе среди наименее успешно справившихся с заданием (только на 14 баллов), что соответствует тому, что значение КС ($-0,66$) его индивидуального паттерна оказывается в самом конце ранжированного ряда коэффициентов сходства.

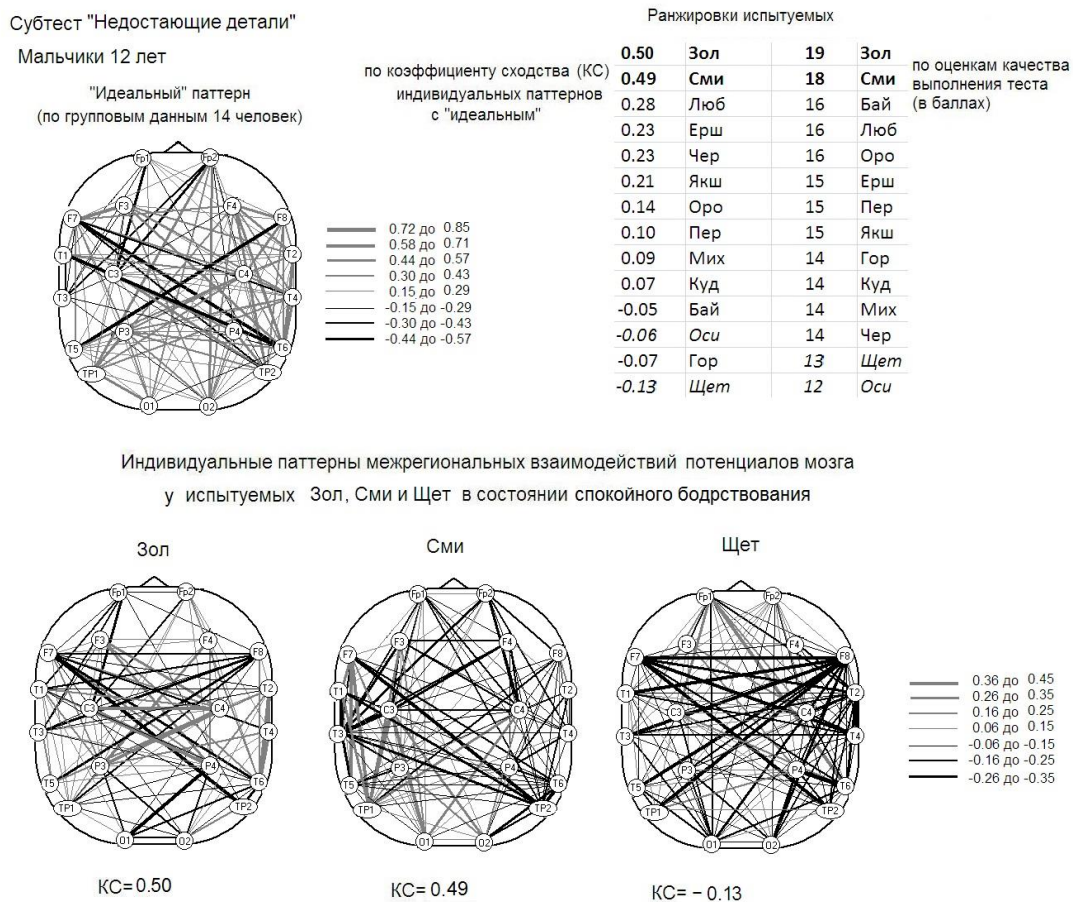


Рис.2. Алгоритм выявления в группе подростков 12 лет, мальчиков ($n=14$), которые отличались пространственной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий фоновой активности мозга, наиболее сходной с дистантной организацией паттернов межкортикальных взаимодействий, характерных для успешного выполнения субтеста «Недостающие детали».

Строение рисунка соответствует рис.1.

Как видно из примера на рис. 2, в группе подростков 12 лет у мальчиков максимальные значения КС оказываются присущи тем испытуемым, которые наиболее успешно справлялись с выполнением конкретного задания – в данном случае субтеста «Недостающие детали». Так, при просмотре в нижней части рисунка 2 индивидуальных паттернов испытуемых, отличающихся в группе мальчиков максимальными значениями КС с идеальным паттерном для субтеста «Словарный» - это испытуемые *Зол* и *Сми* с коэффициентами сходства $0,50$ и $0,49$ соответственно, действительно заметно их наиболее выраженное сходство с идеальным паттерном, что подтверждается и максимальными

оценками качества выполнения этими испытуемыми субтеста «Недостающие детали» –19 и 18 баллов (см. правый ряд ранжировок на рис. 1). В свою очередь испытуемый *Щет* обладал индивидуальным паттерном межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ в состоянии покоя, разительно отличающимся от идеального. По значениям оценок качества выполнения задания именно этот испытуемый оказался в группе среди наименее успешно справившихся с заданием (только на 13 баллов), что соответствует тому, что значение КС ($-0,13$) его индивидуального паттерна оказывается в самом конце ранжированного ряда коэффициентов сходства.

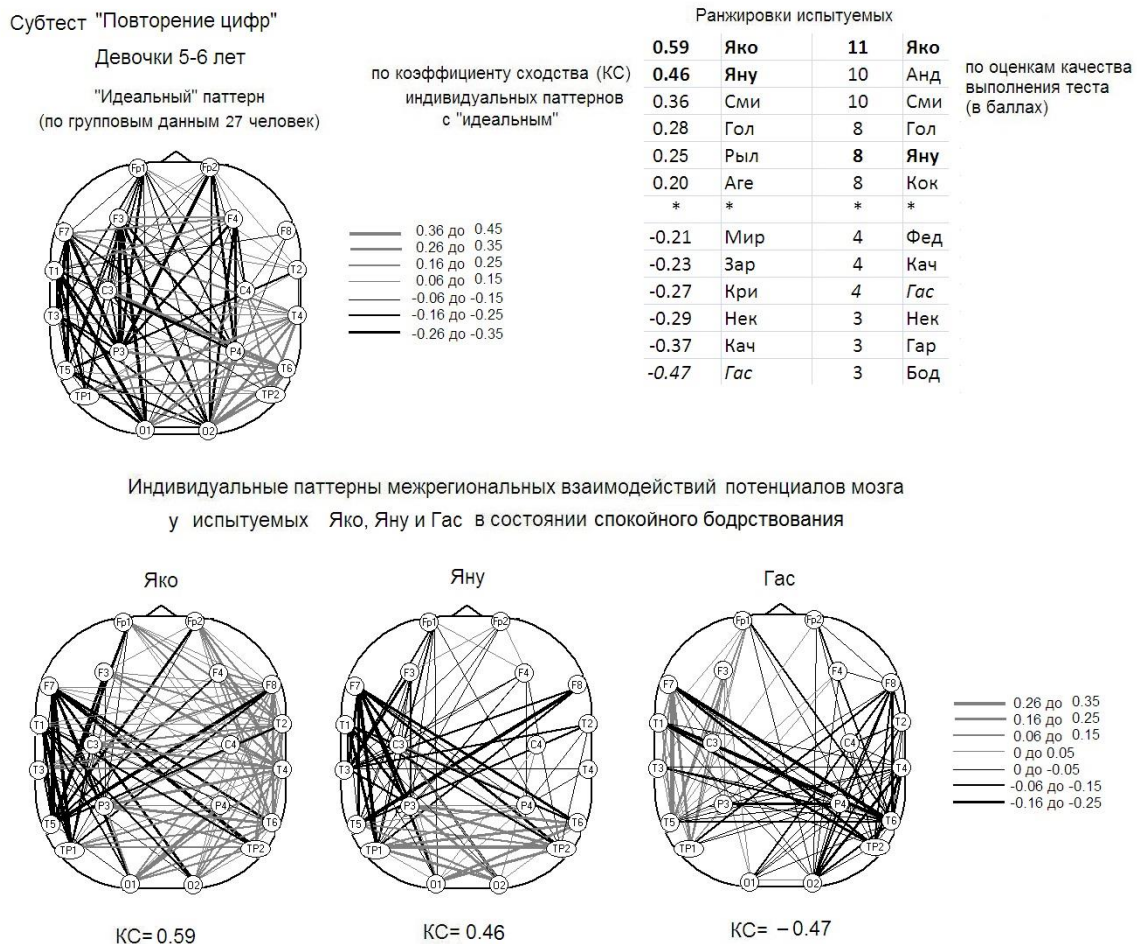


Рис.3. Алгоритм выявления в группе детей 5-6 лет, девочек ($n=29$), индивидуумов, которые отличались пространственной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий фоновой активности мозга наиболее сходной с дистантной организацией паттернов межкортикальных взаимодействий, характерных для успешного выполнения субтеста «Повторение цифр». Строение рисунка соответствует рис.1.

Как видно из примера на рис. 3, в группе детей 5-6 лет у девочек максимальные значения КС оказываются присущи тем испытуемым, которые наиболее успешно справлялись с выполнением конкретного задания – в данном случае субтеста «Повторение цифр». Так, при просмотре в нижней части рисунка 2 индивидуальных паттернов испытуемых, отличающихся в группе девочек максимальными значениями КС с идеальным паттерном для субтеста «Повторение цифр» - это испытуемые Яко и Яну с коэффициентами сходства 0,60 и 0,46 соответственно, действительно заметно их наиболее выраженное сходство с идеальным паттерном, что подтверждается и высокими оценками качества выполнения этими испытуемыми субтеста «Повторение цифр» – 11 и 8

баллов (см. правый ряд ранжировок на рис. 1). В свою очередь испытуемая Гас обладала индивидуальным паттерном межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ в состоянии покоя, значительно отличающимся от идеального. По значениям оценок качества выполнения задания эта испытуемая оказалась в группе наименее успешно справившихся с заданием (только на 4 балла), что соответствует тому, что значение КС (-0,47) её индивидуального паттерна оказывается в самом конце ранжированного ряда коэффициентов сходства.

Данный алгоритм позволяет выявлять испытуемых, обладающих задатками к успешному выполнению и других видов когнитивной деятельности.

Таблица 1.

Сопоставление ранжированных списков испытуемых трёх возрастных групп – взрослых, подростков 12 лет и детей 5-6 лет. В верхней части таблицы приведены данные для лиц мужского пола, в нижней части – женского. Везде шкалы справа - по критериям оценок качества выполнения субтестов, слева – шкалы значений коэффициентов сходства (КС) «индивидуальных паттернов» межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ испытуемых с «идеальным» паттерном, полученным для данного субтеста.

ВЗРОСЛЫЕ				ПОДРОСТКИ 12 ЛЕТ				ДЕТИ 5-6 ЛЕТ			
Мужчины				Мальчики 12 лет				Мальчики 5-6 лет			
Субтест "Кубики Косса"				Субтест "Складывание фигур"				Субтест "Последовательные картинки"			
0.65	Вас	17	Вас	0.62	Ерш	32	Ерш	0.71	Куд	39	Куд
0.55	Мит	17	Мит	0.35	Люб	28	Зол	0.56	Гри	33	Гри
0.44	Пол	17	Пол	0.32	Оси	28	Щет	0.37	Ник	28	Бор
0.35	Фил	17	Фил	0.29	Зол	26	Бай	0.37	Шад	28	Ней
0.25	Сем	17	Сем	0.28	Щет	26	Оро	0.34	Бел	27	Бел
0.15	Гра	17	Гра	0.23	Чер	25	Мих	0.32	Сут	23	Щуп
0.00	Кис	15	Кар	0.03	Куд	25	Оси	0.28	Ней	21	Але
-0.17	Нар	14	Арт	-0.06	Пер	25	Чер	*	*	*	*
-0.20	Арт	13	Таб	-0.09	Сми	24	Куд	-0.07	Гур	12	Бор
-0.21	Три	13	Три	-0.09	Мих	23	Сми	-0.08	Тег	12	Шад
-0.29	Таб	12	Кис	-0.12	Бай	22	Люб	-0.15	Але	11	Тих
-0.46	Кри	12	Кри	-0.22	Оро	22	Пер	-0.16	Мик	10	Учк
-0.50	Кар	12	Нар	-0.32	Гор	21	Гор	-0.20	Нау	8	Нау
-0.55	Тух	12	Тух	-0.49	Яки	19	Яки	-0.27	Учк	8	Тег
Женщины				Девочки 12 лет				Девочки 5-6 лет			
Субтест "Сходство"				Субтест "Шифровка"				Субтест "Словарный"			
0.41	Гор	19	Гор	0.57	Кир	80	Кир	0.48	Яко	36	Сми
0.37	Коз	19	Коз	0.43	Вав	80	Каю	0.45	Яну	32	Яко
0.34	Бур	18	Мак	0.22	Иов	72	Иов	0.26	Сми	29	Кач
0.26	Изо	18	Пог	0.17	Мак	70	Мак	0.24	Зуб	29	Хак
0.23	Ива	17	Бур	0.10	Каю	70	Вав	0.23	Рыл	28	Зоб
0.19	Цап	17	Дуб	0.01	Рад	67	Кру	0.20	Ник	28	Яну
*	*	*	*	-0.14	Дзю	66	Дзю	*	*	*	*
-0.12	Кри	15	Цап	-0.18	Ард	64	Ард	-0.12	Бод	16	Кри
-0.17	СитВ	15	Шиб	-0.19	Нов	62	Кол	-0.17	Зар	16	Фед
-0.26	Син	13	СитВ	-0.22	Кол	60	Рад	-0.25	Кок	13	Пер
-0.27	Кар	13	Нов	-0.22	Кру	60	Кос	-0.26	Нек	11	Арс
-0.45	Саи	13	Кла	-0.29	Фед	59	Фед	-0.35	Гас	10	Нек
-0.48	Анд	13	Анд	-0.29	Кос	56	Нов	-0.38	Арс	10	Бод
-0.51	Кла	11	Саи								

Как показал анализ количественных данных по другим субтестам теста Векслера (см. в таблице 1, где представлены некоторые из полученных результатов сопоставлений ранжированных согласно этому алгоритму списков испытуемых – справа - по значениям КС между индивидуальными и «идеальными» паттернами и слева - по оценкам успешности выполнения испытуемыми конкретных субтестов), такая закономерность наблюдалась во всех обследованных нами возрастных группах (взрослые, подростки 12 лет и дети 5-6 лет) и для всех предлагаемых субтестов. Так, в группе взрослых, у мужчин, те испытуемые, которые наиболее успешно справлялись с выполнением субтеста «Кубики Косса», отличались и максимальными значениями коэффициентов сходства их индивидуальных паттернов с «идеальным» паттерном для данного субтеста – это испытуемые *Вас* ($КС=0,65$), *Мит* ($КС=0,55$), *Пол* ($КС=0,44$). Испытуемый *Тух*, индивидуальный паттерн межрегиональных взаимодействий ЭЭГ которого в минимальной степени схож с «идеальным» ($КС=-0,55$), оказался

среди тех, кто наименее успешно справился с заданиями данного субтеста.

Как видно из таблицы 1, также и у женщин испытуемые *Гор* и *Коз*, наилучшим образом выполнившие задания субтеста «Сходство», обладали и наиболее высокими в группе уровнями сходства индивидуальных паттернов с «идеальным» для этого субтеста: $КС=0,41$ у *Гор* и $КС=0,37$ у *Коз*. В свою очередь, испытуемые *Саи*, *Анд* и *Кла* с наименьшими коэффициентами сходства индивидуальных паттернов с идеальным ($-0,44$, $-0,48$, $-0,51$ соответственно) и по успешности выполнения заданий данного субтеста оказались в конце ранжированного в соответствии с результатами тестирования списка. Заметим, что для наглядности в таблице 1 по группам взрослых приведены количественные данные только для двух субтестов – «Кубики Косса» у мужчин и «Сходство» у женщин, но такое же соответствие позиций испытуемых в списках, ранжированных по коэффициентам сходства их индивидуальных паттернов с «идеальным» для каждого конкретного субтеста теста Векслера и по успешности

выполнения данного субтеста, наблюдается и для всех остальных субтестов.

Как следует из данных, приведённых в таблице 1 по другим возрастным группам - у подростков 12 лет и у детей 5-6 лет, с помощью разработанного нами алгоритма удаётся достаточно надёжно выявить именно тех испытуемых, у которых индивидуальные паттерны межрегиональных взаимодействий биоэлектрической активности мозга в состоянии покоя обладают маркерами задатков способностей к наиболее успешному выполнению предлагаемых в тесте Векслера заданий, а также тех испытуемых, кто наделён ими в минимальной степени.

Так, у мальчиков 12 лет испытуемый *Ери*, который обладал по данным таблицы 1 наиболее высоким в группе уровнем статистического сходства индивидуального паттерна с «идеальным» для субтеста «Складывание фигур»: $KC=0,62$, выполнил задания субтеста наилучшим образом с оценкой 32. В то же время, испытуемый *Яки*, индивидуальный паттерн которого отличался наименьшим коэффициентом сходства с идеальным паттерном с $KC=-0,49$, и по успешности выполнения заданий данного субтеста оказался в конце списка, ранжированного в соответствии с результатами тестирования, с оценкой всего лишь 19. У девочек 12 лет испытуемая *Кир*, которая обладала наиболее высоким в группе уровнем сходства индивидуального паттерна с «идеальным» для субтеста «Шифровка»: $KC=0,57$, наилучшим образом выполнила задания этого субтеста с оценкой 80. В свою очередь, испытуемая *Фед* с одним из наименьших коэффициентов сходства индивидуального паттерна с идеальным - $KC=-0,29$ и по успешности выполнения заданий данного субтеста оказалась в конце списка, ранжированного в соответствии с результатами тестирования - оценка всего 59.

У мальчиков 5-6 лет испытуемый *Куд*, который обладал наиболее высоким в группе уровнем сходства индивидуального паттерна с «идеальным» для субтеста «Последовательные картинки»: $KC=0,71$, наилучшим образом выполнил задания этого субтеста с оценкой 39. В свою очередь, испытуемый *Учк* с наименьшим коэффициентом сходства индивидуального паттерна с идеальным $KC=-0,27$ и по успешности выполнения заданий данного субтеста оказался среди наименее успешно выполнивших данное задание с оценкой всего 10. У девочек 5-6 лет испытуемая *Яко*, которая обладала наиболее высоким в группе уровнем сходства индивидуального паттерна с «идеальным» для субтеста «Словарный»: $KC=0,48$, оказалась среди наилучшим образом выполнивших задания этого субтеста с оценкой 32. В свою очередь, испытуемая *Арс* с наименьшим значением коэффициента сходства индивидуального паттерна межрегиональных взаимодействий ЭЭГ с идеальным для данного субтеста паттерном $KC=-0,38$ и по успешности выполнения заданий данного субтеста оказалась среди наименее успешно выполнивших данное задание с оценкой всего 11.

Таким образом, в результате проведённых исследований были получены данные, указывающие, что с высокой надёжностью у испытуемых в каждой из возрастных групп – у взрослых, подростков 12 лет и детей 5-6 лет, можно выявить в фоновой ЭЭГ наличие в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий феномена отражения в ЭЭГ покоя задатков способностей к успешному выполнению различных видов продуктивной деятельности.

Отличительной особенностью предложенного алгоритма является то, что в настоящем исследовании (как и в работе Панасевич, Цицерошин, 2015) для анализа фоновой ЭЭГ применялись оценки не локальных характеристик биоэлектрической активности мозга, как в большинстве опубликованных работ по данной тематике, а показатели пространственной структуры межрегиональных взаимодействий потенциалов многих отделов коры больших полушарий. Поскольку психика является результатом целостной деятельности мозга, локальные нейрофизиологические явления, включая и ЭЭГ процессы, заведомо обладают меньшей информативностью, особенно с точки зрения затрагиваемых в настоящей работе вопросов. В свою очередь, распределенные в мозге явления, как показали многочисленные исследования в норме и при патологии, в результате применения многоканальных регистраторов биоэлектрической активности мозговых структур, зарекомендовали себя как высокоинформативные методы для исследований механизмов когнитивной деятельности мозга человека и животных. В свою очередь, бурное развитие в XXI веке исследовательских работ с применением современных методов магнитно-резонансной томографии совершило колоссальный скачок в понимании ведущей роли межрегиональных взаимодействий активностей мозговых структур, находящихся даже на разных уровнях локализации в мозге, в реализации как процессов ВНД, так и высших психических функций. Эти исследования приобрели за последние годы наименование «структурного» и, особенно, «функционального коннектома». Что касается последнего, то именно к понятию «функциональный коннектом» можно смело отнести и все научные работы, выполненные с применением оценок межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ процессов (независимо от применяемого с этой целью математического аппарата). В частности, хорошо известные работы академика М.Н. Ливанова и его сотрудников и многочисленных учеников [Ливанов, 1972, 1989] ныне заслуживают приоритетного указания как первое и успешное применение метода изучения «функционального коннектома».

В проведенных в настоящей работе, посвященной выявлению коррелятивных связей показателей интеллектуального развития, оцениваемых на основе методик Д. Векслера

(WAIS у взрослых и WISC у детей и подростков), с интегральными параметрами системной деятельности мозга, были получены данные, указывающие на наличие феномена отражения в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий биопотенциалов мозга в фоновом состоянии покоя индивидуумов задатков способностей к успешному выполнению испытуемыми различных видов когнитивной деятельности. Важно подчеркнуть, что во всех трех группах испытуемых разного возраста - детей 5-6 лет [Панасевич, Цицерошин, 2015], подростков 12 лет и взрослых наблюдалась высокая воспроизводимость выявленного феномена как в группах детей и подростков, так и у взрослых индивидуумов. Такое устойчиво воспроизводимое, начиная с дошкольного возраста испытуемых, проявление в пространственной структуре ЭЭГ в состоянии покоя, т.е. в отсутствие целенаправленной деятельности, явных биологических маркеров задатков способностей к выполнению разнообразной когнитивной деятельности позволяет говорить о наличии в пространственно-временной организации биоэлектрической активности мозга предикторов врожденных индивидуально-типологических свойств в деятельности ЦНС, что, казалось бы, в свою очередь, позволяет относить их к феномену эндофенотипов [Марютина, 2012]. Однако, как ни заманчиво высказанное предположение, проведенное в настоящей работе онтогенетическое исследование (у взрослых, у подростков 12 лет и у детей старшего дошкольного возраста) само по себе опровергает такое предположение. Следовало бы ожидать высокого уровня топологического сходства «идеальных» паттернов, выявляемых в разных возрастных группах для одних и тех же субтестов, чего в действительности не наблюдалось: в каждой исследуемой группе они были различны. Существенно также, что во всех возрастных группах наблюдались и значительные гендерные отличия топологии выявляемых в группах лиц мужского и женского пола «идеальных» паттернов. Подробно гендерные особенности «идеальных» паттернов у детей 5-6 лет были описаны нами ранее в работе 2015 г.

Как было показано в нашей работе [Панасевич, Цицерошин, 2015], результаты исследования у детей 5-6 лет коррелятивной связи оценок интеллектуального развития (по тесту Векслера) с присущей им в покое пространственной организацией межрегиональных взаимосвязей ЭЭГ позволили выявить и ряд принципиальных гендерных отличий у мальчиков и девочек в пространственной организации межрегиональных взаимодействий, необходимых для обеспечения успешной реализации в этом возрасте разных видов когнитивной деятельности. При этом важно отметить, что и в настоящем исследовании выявленные паттерны межрегиональных взаимодействий различных отделов коры мозга, характерные для наилучшего выполнения испытуемыми отдельных субтестов, отличались у

испытуемых мужского и женского пола существенными топологическими особенностями.

Применение нами в последние годы оригинально разработанных методов исследования многоканальной ЭЭГ позволило получить принципиально новую информацию о формировании механизмов интегративной деятельности мозга. Впервые были описаны основные закономерности пространственной организации колебаний биопотенциалов, выводимых от различных отделов коры больших полушарий мозга [Цицерошин, Шеповальников, 2009], показана их «адресная приуроченность» к местам отведения, что позволило выдвинуть гипотезу об адресном принципе кодирования информации в мозговой коре и в других распределенных структурах мозга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разрабатываемый подход к исследованию коррелятивных связей показателей интеллектуального развития у детей, подростков и у взрослых испытуемых, оцениваемых на основе методики Д. Векслера, с интегральными параметрами системной деятельности мозга позволяет выявлять тех индивидуумов в группе, которые отличаются пространственной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий фоновой активности мозга (т.е. регистрируемой в состоянии покоя) наиболее сходной с дистантной организацией паттернов межрегиональных взаимодействий ЭЭГ, высоко коррелирующих по групповым данным с оценками успешности выполнения конкретной когнитивной деятельности испытуемыми данной возрастной группы. Таким образом, в каждой из анализируемых групп испытуемых можно, на основе количественных оценок, выявлять испытуемых, отличающихся наиболее выраженными в данной группе задатками способностей к выполнению данной когнитивной деятельности, оцениваемой на основе методики Д. Векслера. Проведенное в настоящей работе онтогенетическое исследование в группах детей 5-6 лет, подростков 12 лет и взрослых испытуемых показало, что наиболее успешное применение разрабатываемый алгоритм может найти в скрининговых исследованиях у детей разного возраста и у взрослых, при этом обязательно надо соблюдать разделение испытуемых по полу на подгруппы.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-00776-19-02.

Список литературы

- Голубева Э. А. Способности, личность, индивидуальность. Изд-во: Феникс, 2005. 511 с.
- Дорохов В. Б. Сомнология и безопасность профессиональной деятельности // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2013. 63(1): 33-47.
- Дорохов В. Б., Арсеньев Г. Н., Захарченко Д. В., Лаврова Т. П., Ткаченко О. Н., Дементенко В. В. Психомоторный тест для исследования

зрительно-моторной координации при выполнении монотонной деятельности по прослеживанию цели // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2011. 61(4): 1–9.

Карвасарский Б.Д. Клиническая психология. 2004.

Лебедев А.Н. Вычисление по параметрам электроэнцефалограммы психологического портрета личности // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие научного наследия Бориса Михайловича Теплова в отечественной и мировой науке (к 110-летию со дня рождения). 15-16 ноября 2006 г. М.: Изд-во БФ «Твердослов», 2006: 167-169.

Лебедев А.Н. Нейронный код. Психология. 2004. 3: 18-36.

Марютина Т.М. Электрофизиологические индикаторы как эндофенотипы когнитивного развития // Современная зарубежная психология. 2012. 3.

Марютина Т.М. Эндофенотипы: разнообразие вариантов и возможности интерпретации // Современная зарубежная психология. 2012. 3: 50-61.

Павлова Л. П., Романенко А. Ф.. - Ленинград : Наука, 1988. 216 с.

Панасевич Е.А., Цицерошин М.Н. Отражение в топологических особенностях пространственной организации межкортикальных взаимодействий способности к успешному выполнению детьми 5-6 лет различных видов когнитивной деятельности (гендерные различия). Физиология человека. 2015. 41 (5): 39-56. DOI: 10.7868/S0131164615050112

Разумникова О.М. Отражение структуры интеллекта в пространственно-временных особенностях фоновой ЭЭГ. Физиология человека. 2003. 29(5): 115-122.

Русалов В.М., Бодунов М.В. О факторной структуре интегральных электроэнцефалографических параметров человека // В сборнике Психофизиологические исследования интеллектуальной саморегуляции и активности. М.: Наука, 1980, 208 с: 94-113.

Русалов В.М., Кошман С.А. Дифференциально-психофизиологический анализ интеллектуального поведения человека в вероятностной среде // В сборнике Психофизиологические исследования интеллектуальной саморегуляции и активности. М.: Наука, 1980, 208 с.: 7-56.

Станкова Е.П. Роль фоновой активности мозга в обеспечении когнитивной деятельности. Вестник Ярославского гос. ун-та им. П.Г. Демидова, 2018. 44 (2): 116-120.

Станкова Е.П., Шеповальников А.Н. Функциональное объединение корковых полей в покое как механизм преднастройки мозга к

целенаправленной деятельности. Физиология человека. 2018. 44 (6): 5-14.

Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И. Руководство к методике исследования интеллекта у детей Д. Векслера (WISC): Адапт. вариант. СПб.: Гос_стандарт России, ГП «ИМАТОН», 1994. 94 с.

Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И. Руководство к методике исследования интеллекта для взрослых Д. Векслера (WAIS): Адапт. вариант. СПб.: Гос_стандарт России, ГП «ИМАТОН», 1995. 93 с.

Хохлова Л.А. Психофизиологические механизмы формирования социальных стратегий адаптивного поведения у студентов с разным уровнем владения

иностранном языком. Современные исследования социальных проблем. 2012. 1(9). Электронный научный журнал.

Хохлова Л.А. Психофизиологические предпосылки способностей к овладению иностранными языками // Диссертация на соискание ученой степени доктора психологических наук. 2016. М.

Цицерошин М.Н., Шеповальников А.Н. Становление интегративной функции мозга. Под ред. акад. Н.П.Бехтеревой. СПб: Наука, 2009. 249 с.

Bhuvaneshwari B., Kavitha A. Assessment of brain connectivity patterns in progression of Alzheimer's disease // 2nd International Conference on Biomedical Systems, Signals and Images.

Cerliani L., D'Arceuil H., Thiebaut de Schotten M. Connectivity-based parcellation of the macaque frontal cortex, and its relation with the cytoarchitectonic distribution described in current atlases. Brain Struct Funct. 2017. 3:1331-1349. doi: 10.1007/s00429-016-1280-3. Epub 2016 Jul 28.

Hagmann P., Kurant M., Gigandet X. et al. Mapping human whole-brain structural networks with diffusion MRI. PLoS ONE 2. 2007. e597.

Martínez K. et al. Individual differences in the dominance of interhemispheric connections predict cognitive ability beyond sex and brain size. Neuroimage. 2017. 13. pii: S1053-8119(17) : 30322-1. doi: 10.1016/j.neuroimage. 2017.04.029.

Satterthwaite T.D., Wolf D.H., Roalf D.R. et al. Linked Sex Differences in Cognition and Functional Connectivity in Youth // Cereb. Cortex. 2014. Apr 25. doi:10.1093/cercor/bhu036

Song M., Zhou Y., Li J. et al. Brain spontaneous functional connectivity and intelligence // NeuroImage. 2008. 41: 1168.

Sporns O. The human connectome: Origins and challenges. NeuroImage. 2013. 80: 53–61.

Sporns O., Tononi G., Kötter R. The human connectome: a structural description of the human brain // LoS Comput Biol. 2005. 1(4): 25.

УДК: 579.26+57.042

**ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССОВ**

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1046

*Ямпольская Татьяна Даниловна**канд. биол. наук, доцент,**г. Сургут, РФ**Мамина Ксения Евгеньевна**студент магистратуры,**г. Сургут, РФ***ASSESSMENT OF MICROBIAL POLLUTION AND MICROCLIMATE PARAMETERS OF
COMPUTER CLASSES***Yampolskaya Tatyana Danilovna**Candidate of Biological Sciences, Associate Professor Surgut State University,**Surgut, Russian Federation**Mamina Kseniya Evgenевна**Master student, Surgut State University,**Surgut, Russian Federation***АННОТАЦИЯ**

Данные по мониторингу качества воздуха в исследуемых помещениях дают возможность своевременно оценить степень микробиологической опасности по нарушению микрофлоры воздуха, критических показателей микроклимата и принять меры по созданию оптимального баланса.

В работе представлены результаты микробиологического исследования компьютерных классов, параметров микроклимата и даны рекомендации по улучшению воздушной среды.

ABSTRACT

Data on monitoring air quality in the premises under study make it possible to assess in a timely manner the degree of microbiological danger in violation of the air microflora, critical microclimate indicators and take measures to create an optimal balance.

The paper presents the results of a microbiological study of computer classes, microclimate parameters and gives recommendations for improving the air environment.

Ключевые слова: параметры микроклимата, санитарно-показательные микроорганизмы, воздушная среда, экология микроорганизмов, компьютерные классы.

Keywords: microclimate parameters, sanitary indicative microorganisms, air environment, microorganism ecology, computer classes.

Микрофлоре воздуха закрытых помещений в научных исследованиях уделяется достаточно внимания, но анализ санитарно-эпидемиологической обстановки на территории России показывает, что с каждым годом увеличивается процент заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем. Места массового скопления людей, такие как, общественные здания, учебные заведения, поликлиники, торговые центры, спортивные залы являются зонами с высокой биологической опасностью. При этом, количественный и качественный состав микрофлоры воздуха закрытых помещений разного назначения подвержен изменениям в широких пределах и значимую роль в этом играют санитарно-гигиеническое состояние помещений, состояние вентиляционных систем, периодичность уборок, численность и категории населения.

Исследование микрофлоры воздуха является достаточно распространенным способом оценки эпидемиологического благополучия помещений различного назначения. В организации учебного процесса информационные технологии играют

сегодня весьма существенную роль во всем мире. В современных развитых странах техническое оснащение учебных учреждений микроэлектронной техникой находится на довольно высоком уровне и продолжает расти быстрыми темпами [19].

Исследования по изучению воздушной среды и микробных сообществ воздуха в учебных помещениях образовательных учреждений, оснащенных компьютерами, немногочисленны, и данной проблеме уделяется недостаточное внимание. Искусственные электромагнитные поля они могут изменять различные характеристики живых организмов; у микроорганизмов меняются скорость размножения, патогенность и наследственные свойства [3; 20], выявлено стимулирующее действие коротковолнового излучения [5].

Цель данной работы – исследование состояния воздушной среды компьютерных залов. В задачи исследования входила оценка микроклиматических показателей компьютерных классов; определение численности микроорганизмов и качественного

состава воздуха компьютерных залов с персональными компьютерами (ПК).

Исследования проводились в осенний и зимний периоды 2019–2020 г., в учебном учреждении БУ ВО «Сургутский государственный университет ХМАО-Югры». Для исследований выбрано восемь компьютерных классов, площадью 25-30 м². Результаты снимались в учебное время осенью и 3 раза в день зимой (до, во время и после

занятий, - утром, днем, вечером, соответственно). В аудиториях учитывалось количество присутствующих людей, санитарно-гигиенические условия (дезинфекция, частота проветривания), а также снимались параметры микроклимата: температура воздуха, влажность и освещенность [7]. Для оценки параметров микроклимата использовали критерии, представленные в табл. 1, учитывая теплый и холодный период согласно [6].

Таблица 1

Параметры оценки микроклиматических показателей

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	
	Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая, не более
Холодный	19–21	18–23	45–30	60
Теплый	23–25	18–28	60–30	65

Измерение температуры и влажности осуществлялось гигрометром со встроенными термометром.

В настоящее время гигиенических нормативов микробного загрязнения воздушной среды не существует, поскольку воздух – среда чрезвычайно динамичная и его санитарно-микробиологическое состояние зависит от многих физико-химических показателей, общего санитарно-гигиенического состояния помещений, сезонности, инсоляции, уровня вентиляции и т.д. [13]. Нами использовались критерии оценки чистоты воздуха по микробиологическим показателям для закрытых помещений, предложенные А. И. Шафиром [22].

Помимо общей оценки чистоты воздуха по микробиологическому показателю также отдельно оценивают мицелиальную микрофлору. Ориентировочные уровни общей грибковой обсемененности воздушной среды жилых помещений составляют 500 КОЕ/м³ [21].

Количественный и качественный (групповой) состав микроорганизмов воздуха проводили седиментационным методом Коха. Для пересчёта количества общего микробного числа (ОМЧ) на 1 м³ воздуха (КОЕ/м³) пользовались формулой Омелянского [4]. Для определения общей микробной численности (ОМЧ) микроорганизмов

использовали питательный агар (ПА) с культивированием 72 ч при 25 °С, для количественного определения санитарно-показательных микроорганизмов (СПМ) – желточно-солевой агар (ЖСА) –37°С 48 ч [4; 21] и среду Сабуро – для культивирования грибов 27-28°С 72 ч [11].

Результаты исследований обрабатывали с помощью стандартного компьютерного пакета данных Microsoft Excel. Для сравнительной характеристики использовался U-критерий Манна-Уитни.

Соблюдение параметров микроклимата помещений важно не только для комфортного состояния человека, но и для подавления роста и развития патогенной микрофлоры воздуха [17].

Относительная влажность воздуха – это один из самых главных факторов, определяющих рост и дальнейшее развитие микроорганизмов [1; 2]. Температура среды – один из основных факторов, определяющих возможность и интенсивность развития микроорганизмов.

Температура воздуха во всех аудиториях (табл. 2) в течение дня превышает максимально допустимое значение (18–23 °С), что связано с проведением исследований во время отопительного сезона.

Таблица 2

Параметры микроклимата компьютерных классов в зимний период

Участки	Параметры	Время суток	Значения
Зимний период			
1	Температура, °С	Утро	22,20 ± 0,10
		День	23,07 ± 0,03
		Вечер	23,47 ± 0,03
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	18,0
		Вечер	17,0
Освещенность, лк			547,00 ± 8,39
2	Температура, °С	Утро	24,63 ± 0,09
		День	24,93 ± 0,03
		Вечер	23,20 ± 0,06
	Влажность, %	Утро	19,0
		День	18,0
		Вечер	23,0
Освещенность, лк			498,00 ± 7,81
3	Температура, °С	Утро	21,03 ± 0,03
		День	24,03 ± 0,03
		Вечер	22,43 ± 0,03
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	16,0
		Вечер	18,0
Освещенность, лк			479,33 ± 17,36
4	Температура, °С	Утро	21,67 ± 0,09
		День	26,53 ± 0,03
		Вечер	22,03 ± 0,03
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	19,0
		Вечер	17,0
Освещенность, лк			490,67 ± 2,33
5	Температура, °С	Утро	21,47 ± 0,03
		День	23,07 ± 0,03
		Вечер	23,30 ± 0,06
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	19,0
		Вечер	16,0
Освещенность, лк			546,33 ± 4,10
Участки	Параметры	Время суток	Значения
6	Температура, °С	Утро	23,90 ± 0,06
		День	25,07 ± 0,03
		Вечер	24,90 ± 0,06
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	16,0
		Вечер	16,0
Освещенность, лк			383,00 ± 4,36
7	Температура, °С	Утро	23,77 ± 0,03
		День	24,03 ± 0,03
		Вечер	23,37 ± 0,03
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	17,0
		Вечер	17,0
Освещенность, лк			550,33 ± 11,92
8	Температура, °С	Утро	24,03 ± 0,03
		День	21,27 ± 0,03
		Вечер	25,17 ± 0,03
	Влажность, %	Утро	18,0
		День	16,0

	Вечер	18,0
	Освещенность, лк	511,33 ± 9,91

По той же причине во всех аудиториях наблюдается недостаточная влажность (допустимо не менее 30%). В осенний период, однако, показатели влажности гораздо ближе к норме, чем в зимний период.

Помимо отопления на влажность и температуру влияют также и ПК. Известно, что работа компьютерной техники сопровождается рентгеновским, электромагнитным, ионизирующим, тепловым излучением. Это приводит к изменению микроклимата помещения: воздух иссушается, температура воздуха повышается, увеличивается содержание двуокиси углерода, окружающие предметы заряжаются статическим электричеством, увеличивается количество тяжелых ионов по сравнению с легкими ионами [8].

В помещениях с низкой относительной влажностью воздуха в отопительный период (менее 30 %) микроорганизмы представляют собой лишь потенциальный источник опасности [18]. Независимо от показателей влажности, повышение температуры приводит к снижению времени выживания микроорганизмов [23].

Уровень освещенности во всех исследованных аудиториях соответствует норме (не менее 300 лк) (табл. 2).

Помимо искусственного освещения практически во всех аудиториях (кроме участка №8 – 805 аудитория) присутствуют окна, что способствует инсоляции помещений. Рассеянные солнечные (УФ) лучи могут вызвать гибель или значительное снижение активности микроорганизмов [10].

По литературным данным, из 100% офисов (квартир) в 74% концентрация микроорганизмов в

воздухе не вызывает опасений, в 20% общее число микроорганизмов в воздухе не превышает существующие нормы, но присутствуют споры плесневых грибов и условно-патогенная микрофлора, что может провоцировать возникновение аллергических реакций и респираторных заболеваний и в 6% помещениях микробное число превышает нормы и однозначно указывает на экологическое неблагополучие атмосферы по этому признаку [9; 14].

Санитарно-микробиологическое состояние воздуха закрытых помещений оценивают по общему микробному числу (ОМЧ) – количеству микробных клеток, обнаруживаемых в 1 м³ воздуха, наличию санитарно-показательных бактерий (СПМ) – представителей микрофлоры дыхательных путей – зеленящих и гемолитических стрептококков, золотистого стафилококка, по которым можно косвенно судить о возможном присутствии патогенов в окружающей среде. ОМЧ расценивается как показатель интенсивности загрязнения окружающей среды органическими веществами.

В ходе исследования микрофлоры воздуха было установлено, что по общему микробному числу (ОМЧ) все аудитории в осеннем и зимнем периоды не превышают максимально допустимого уровня – не более 4750 КОЕ/м³ и 7000 КОЕ/м³ соответственно.

Максимальный уровень микробной численности воздуха регистрировался на участке № 8 (рис. 1). Такие показатели, вероятно могут быть связаны с отсутствием окон и недостаточной инсоляцией помещения.

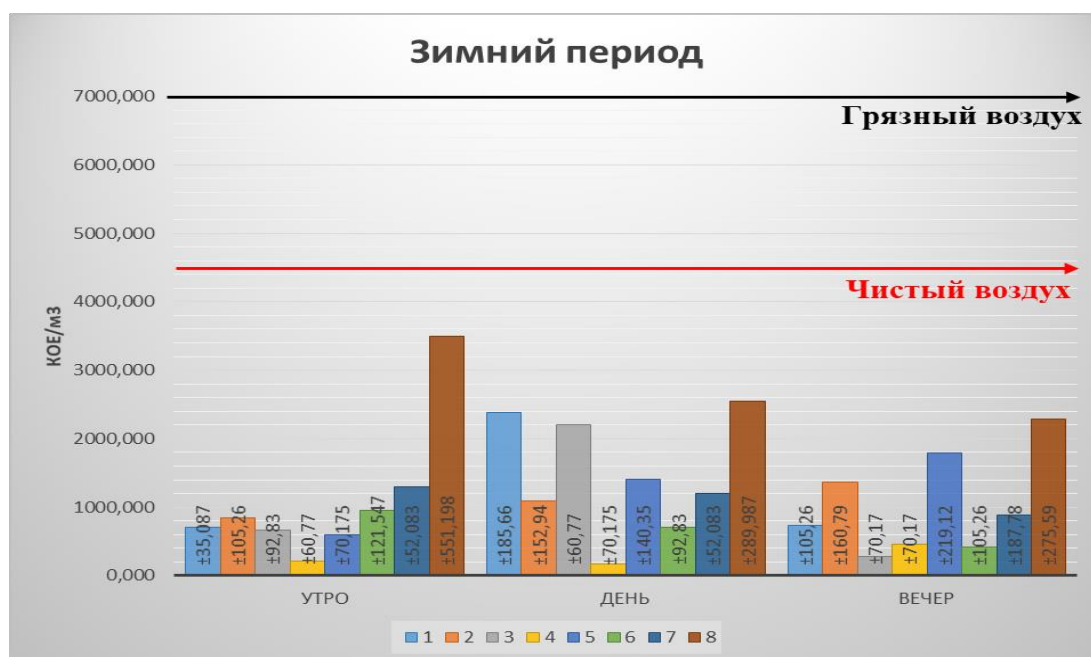


Рис. 1. Общая обсемененность аудиторий в зависимости от сезона и времени суток

Обследование аудиторий на наличие санитарно-показательных микроорганизмов (СПМ) показало, что на всех участках число таких микробов выходит за пределы нормы (рис. 2).



Рис. 2. Степень загрязненности воздуха в аудиториях по санитарно-показательным микроорганизмам (СПМ)

Наиболее значимые превышения (до 20 раз) выявлены в зимнее время. Это является следствием того, что в холодное время года люди проводят больше времени в помещении, проветривание осуществляется реже. Помимо этого, зимой световой день короче, вследствие чего инсоляция помещений сильно сокращается во времени по сравнению с летним сезоном.

Максимальное число КОЕ СПМ было зарегистрировано на участке №7 до начала занятий. Причиной такого проявления может как раз являться высокий уровень электромагнитного излучения в помещениях с компьютерами, когда пылевые частицы не оседают на поверхностях, электризуется от экрана монитора и образуют взвесь в воздухе. Это несет потенциальную эпидемиологическую опасность.

На остальных участках в утреннее время наблюдались более низкие значения, которые увеличивались с течением времени, в связи с посещениями этих аудиторий студентами в течение дня.

Данные, полученные при исследовании помещений на наличие мицелиальной

микробиоты, указывают на чистоту воздуха по этому показателю во всех аудиториях (не более 500 КОЕ/м³). Эколого-гигиенические исследования воздушной среды жилых помещений показали, что значительное ухудшение здоровья людей происходит в помещениях, в которых уровень загрязнения воздуха грибами соответствует или больше 1500–2000 КОЕ/м³ [12]. Однако, в городских помещениях формируются антропогенные микоценозы, отличающиеся от природных, в которых увеличивается содержание устойчивых к антропогенным факторам видов [15; 16].

При оценке количественного соотношения основных физиологических групп микроорганизмов было выявлено доминирование бактерий (77–89%), микроскопические грибы были обнаружены в меньших количествах (11–23%), а актиномицеты встречались единично (рис.3). Скачок численности мицелиальных грибов в дневное время в зимний период в компьютерном классе № 4 кратковременен и связан, вероятно, с внешними источниками (одежда, обувь, другое).

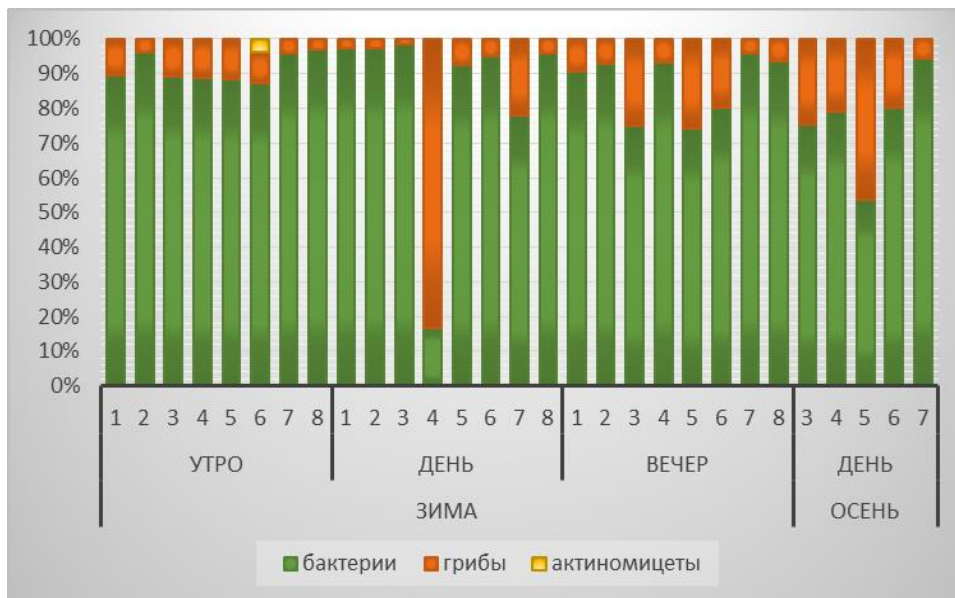


Рис. 3. Процентное соотношение физиологических групп микроорганизмов на участках в осенний и зимний периоды

Таким образом, проведенное исследование компьютерных классов позволяют заключить, что:

1) оценка микроклиматических показателей выявила несоответствие ГОСТу 30494-2011 по влажности и температуре. На всех участках температура в течение дня поднимается выше отметки в 23 °С, при этом в осенний период температура выше чем в зимний. Влажность на всех участках ниже нормы (30%). Освещенность на всех участках соответствует ГОСТу Р 55710-2013 (не менее 300 лк);

2) количественное содержание микроорганизмов находится в пределах «условно чистого» воздуха по ОМЧ (не более 3000 КОЕ/м³ в осенне-весенний период и 4500 КОЕ/м³ в зимний период) и количеству мицелиальной микрофлоры (не более 500 КОЕ/м³); численность санитарно-показательных микроорганизмов (СПМ) значительно превышает норму (до 20 раз) на всех исследуемых участках. Несоответствия связаны с редким проветриванием и увеличением числа носителей СПМ, находящихся в помещении, в течение дня;

3) качественная оценка микрофлоры показала преобладание бактерий на всех участках (до 89%), мицелиальная микрофлора за период исследований не превышала 23% в среднем по сезонам. Актиномицеты обнаруживались единично;

4) сравнительная характеристика помещений различного назначения (учебные аудитории, кабинеты, специализированные аудитории) выявила сходные тенденции по показателям микроклимата и микрофлоры.

Из практических рекомендаций по результатам исследований можно предложить следующее: не оборудовать компьютерные классы в помещениях без солнечного света; строго соблюдать количественные показатели единиц персональных компьютеров (ПК) на единицы площади помещений; использовать ионизаторы

воздуха для насыщения отрицательными аэроионами; по возможности, обеспечивать присутствие в кабинетах многолетних (древовидных) фитонцидных растений.

Список литературы:

- Бадамшина, Г. Г. Необходимость создания нормативов, регламентирующих содержание дрожжеподобных и плесневых грибов в больничной среде медицинских организаций / Г. Г. Бадамшина // Медицина труда и экология человека. – 2017. – №2. – С. 48–52.
- Биологическое загрязнение воздуха помещений [Электронный ресурс] : ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Марий Эл», 2014. – URL: <http://www.12sanepid.ru/press/publications/811.html>. (Дата обращения: 17. 05. 2020).
- Влияние электромагнитного излучения персонального компьютера на микробиологическое состояние ротовой жидкости операторов / Н. А. Васильева, М. Г. Чеснокова, Л. М. Ломиашвили [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4.
- Воробьев, А. А. Медицинская и санитарная микробиология / А. А. Воробьев, Ю.С. Кривошеин. М.: Медицина, 2003. – 464 с.
- Гамаюрова, А. Ю. Влияние ЭМИ КВЧ нетепловой интенсивности на рост дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / А. Ю. Гамаюрова, М. Н. Крыницкая, М. Н. Астраханцева // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2004. – № 1. – С. 117–120.
- ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях = Residential and public buildings. Microclimate parameters for indoor enclosures : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по техническому

регулированию и метрологии от 12 июля 2012 г. N 191-ст / разработан ОАО "СантехНИИпроект" ; ОАО "ЦНИИПромзданий". – М. : Стандартинформ, 2013.

7.ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений = Lighting of indoor work places. Norms and methods of measuring : официальное издание : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2013 г. N 1364-ст / разработан ООО "Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский светотехнический институт им. С. И. Вавилова «(ООО «ВНИСИ»)). – М. : Стандартинформ, 2014.

8.Джамирзе, Ш. Х. Медико-социальные аспекты компьютеризации общества / Ш. Х. Джамирзе, И. А. Бегмат, З. А. Жаде, И. Н. Гайдарева // Кубанский научный медицинский вестник. – 2006. – №11. – С. 67–72.

9.Егорова, Л. Н. Микобиота воздуха в помещениях различного назначения г. Владивостока / Л. Н. Егорова, Ю. А. Климова // Микология и фитопатология. – 2006. – Т. 40, вып. 6. – С. 487–493.

10.Елисеев, А. М. Влияние света на развитие микроорганизмов / А. М. Елисеев // Периодические издания по ЭМ-технологии. – 2001.

11.Исаева, Г. Ш. Гигиенический и микробиологический мониторинг воздушной среды в начальной школе / Г. Ш. Исаева, В. Б. Зиатдинов, С. Н. Габидуллина // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2016. – № 60 (2). – С. 83–88.

12.К вопросу распространения и проблемы гигиенического нормирования грибкового загрязнения воздушной среды жилых и общественных зданий / Ю. Д. Губернский, Н. Н. Беляева, Н. В. Калинина, А. И. Мельникова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 98–104.

13.Куликова, И. Ю. «Микрофлора воздуха»: Методическое пособие для студентов специальности «Микробиология» / И. Ю. Куликова, - АГТУ, Астрахань, 2005. – 8 с.

14.Максимова, О. А. Результаты исследования качества воздуха за 2007 год [Электронный ресурс] // ecospace.ru : 2004-2019. URL: <http://www.ecospace.ru/ecology/science/vozduh2007/> (Дата обращения: 10. 12. 2019).

15.Марфенина, О. Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О. Е. Марфенина. – М. : Медицина для всех, 2005. – 196 с.

16.Марфенина, О. Е. Потенциально патогенные грибы в среде обитания человека. (Анализ современных данных) / О. Е. Марфенина, Г. М. Фомичева // Успехи медицинской микологии: материалы пятого Всероссийского конгресса по медицинской микологии (Москва, 28-30 марта 2007 г.). – М. : Национальная академия микологии. – 2007. – Т. 9. – С. 57–59.

17.Митрофанов, В. С. Плесени в доме (обзор) / В. С. Митрофанов // Проблемы медицинской микологии. – 2014. – № 2. – С. 10–18.

18.Попихина, Е. А. Микробиологическое состояние фондов РНБ. Исследования трех лет / Е. А. Попихина, Т. Д. Великова, Н. Ю. Мамаева // Сборник трудов IV международной конференции. – 2003. – С. 50–56.

19.Сиволапов, А. В. Компьютеризация образования: современные проблемы и перспективы развития / А. В. Сиволапов // Образование и наука. – 2005. – № 2 (32). – С. 39–48.

20.Симаков, Ю. Г. Влияние электромагнитного поля, создаваемого монитором компьютера, на рост микроорганизмов в отсутствие и при наличии устройства «VITA» / Ю. Г. Симаков // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 9. – С. 42–44.

21.Чуприна, О. В. Эколого-гигиеническая оценка микологической обсемененности жилой среды : диссертация : 14.00.07 / О. В. Чуприна. – М, 2006. – 130 с.

22.Шафир, А.И. Гигиена жилища / А.И. Шафир. – Ленинград : Медгиз, 1956. – 59 с.

23. Air Microbiology / Aeromicobiology [Электронный ресурс] : My Scientific Blog – Research and Articles, 2009. – URL: <http://upendrats.blogspot.com/2009/08/air-microbiology.html> (Дата обращения 20.05.2020).

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 619:616.98:578-091:636.5

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЗБУДИТЕЛЯ И ЭПИЗООТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИНФЕКЦИОННОЙ АНЕМИИ ЦЫПЛЯТ

Обзор литературы

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1035

Дмитриева М.Е.*кандидат ветеринарных наук, советник генерального директора по биологической безопасности ПАО «Птицефабрика «Боровская» Тюменской области***Балендор Е.В.***начальник Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства Калининградской области, заместитель министра сельского хозяйства Калининградской области, главный госветинспектор Калининградской области***Дмитриев К.Ю.***младший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского ветеринарного института птицеводства – филиала Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ВНИИПИ)*

Развитие промышленного птицеводства – это наиболее быстрый и производительный способ обеспечения населения продуктами питания животного происхождения. Однако с увеличением объема производства возрастают риски возникновения и распространения инфекционных болезней различной этиологии. В настоящее время у ветеринарных специалистов вызывает беспокойство не только расширение спектра инфекционных болезней, возврат «старых» инфекций, течение болезней в субклинической, латентной, атипичной и ассоциированной форме, но и распространение инфекций, возбудители которых вызывают иммунодепрессивные состояния у птицы. Одной из таких болезней является инфекционная анемия цыплят (ИАЦ). Инфекционная анемия цыплят регистрируется в странах с промышленным птицеводством, а в последнее десятилетие получила широкое распространение в промышленных птицеводческих хозяйствах Российской Федерации. Болезнь наносит значительный экономический ущерб, который складывается из потерь от снижения показателей сохранности и продуктивности птицы, затрат на антибактериальные препараты, а также и потерь от снижения качества мясной продукции. Установлено, что возбудитель ИАЦ, обладающий иммунодепрессивными свойствами, играет важную роль в этиологии ряда многофакторных болезней. Иммунодепрессивные болезни всегда сопровождаются разрушением клеток и целых звеньев иммунной системы, повышенной восприимчивостью организма к патогенам различной этиологии, что делает профилактику и лечение инфекционных болезней на фоне иммуносупрессии бесперспективными и, как следствие, приводит к ухудшению эпизоотической ситуации и значительным экономическим потерям. Методы профилактики и борьбы с ИАЦ, а также средства для серологической диагностики и специфической профилактики болезни в России не разработаны. До настоящего времени возбудитель

болезни недостаточно изучен. В этих условиях знание биологических свойств возбудителя ИАЦ, эпизоотологии болезни, методов диагностики и особенностей проведения специфической профилактики позволяют достоверно оценивать эпизоотическую ситуацию в хозяйстве, разрабатывать эффективные мероприятия по снижению ущерба от болезни.

Впервые возбудитель ИАЦ был выделен и описан Yuasa N. et all [1] в 1979 году. В 1993 году на пленарной сессии Международного комитета по таксономии вирусов (МКТВ) вирус инфекционной анемии цыплят (ВАЦ) был отнесен к семейству *Circoviridae* рода *Circovirus* [2]. В 1999 году ВАЦ был выделен в отдельный род *Gyrovirus* [2,3]. Геном ВАЦ отличается от других представителей семейства *Circoviridae* отсутствием репликативного белка. В 2015 году на сессии МКТВ вирус ИАЦ был отнесен к семейству *Anelloviridae* [4,5]. Анализ структуры генома показал, что ВАЦ имеет такие же особенности, как вирусы Torque Teno (TTV) [2,6,7,8,9,10] и мини-вирус Torque Teno (TTMV), которые являются членами рода *Anellovirus* [2,6,7,9,11] и вызывают различные инфекции у людей. Величина ВАЦ варьирует от 18 до 26,5 нм [12]. Геном вируса представлен циркулярной однонитчатой минус-ДНК [13], содержащей 2,3 тысячи пар нуклеотидов [14]. Вирус представляет собой правильный Т-3 икосаэдр, капсид которого включает 32 капсомера. Все штаммы вируса генетически подобны, принадлежат к одному серотипу [15,16,17] и различаются по вирулентности [16,18,19]. В геноме вируса различают три открытые рамки считывания (ORF). ORF1 (1347 н.п.) кодирует основной вирусный структурный белок VP1 (52 кДа) и частично перекрывается с ORF2 (648 н.п.), кодирующей белок VP2 (24 кДа). ORF3 (363 н.п.) кодирует неструктурный белок апоптин (13,6 кДа) [20,21,22,23,24], который способен индуцировать апоптоз в тимоцитах кур, в лимфобластоидных клеточных линиях кур [22], в некоторых

злокачественных лимфобластоидных клеточных линиях [23] и клетках остеосаркомы человека [24]. Белок VP3 связан с инфицированными клетками и необходим для репликации вируса [3]. Белок VP1 является структурным белком и основным белком капсида [25]. Мутации в определенном положении белка VP1, непосредственно влияют на патогенный потенциал вируса [26-29]. Белок VP2 выполняет связующую функцию в процессе сборки вирионов для достижения VP1 определенной конформации [30]. Как и VP1, белок VP2 незаменим для репликации вируса [31,32,33,34]. Он также обладает антигенной активностью и отвечает за выработку вируснейтрализующих антител (ВНА) [33]. У цыплят репликация вируса происходит преимущественно в гемоцитобластах в костном мозге и предшественниках Т-клеток в коре тимуса [35,36]. Репликация вируса в клетках коры тимуса приводит к их гибели в результате апоптоза [37]. ВАЦ также может реплицироваться в лимфоцитах других органов [38].

Для репродукции, выделения *in vitro* и титрования ВАЦ используют клеточные культуры MDCC-MSB1, клеточные культуры MDCC-JP2 и другие лимфобластоидные линии Т-клеток и В-клеток [13,18,25]. Репродукция вируса в СПФ-куриных эмбрионах не вызывает у эмбрионов патологических изменений и гибели [13,19]. Для репродукции вируса можно использовать суточных цыплят, не имеющих пассивных антител к ВАЦ [12,25]. Экспериментальная инфекция легко воспроизводится при заражении СПФ-цыплят раннего возраста гомогенатом печени, отобранной от больных и павших от ИАЦ птиц и проявляется отставанием в росте и развитии, апластической анемией и атрофией лимфоидных органов [13]. Наиболее высокая концентрация вируса отмечается в печени [25] с 7 по 21 сутки после заражения с максимальным пиком на 6-7 сутки [39]. У цыплят, выведенных из инфицированного яйца, в 5-8-суточном возрасте наблюдается анемия костного мозга, а также отмечаются случаи геморрагического воспаления фабрициевой сумки [40]. ВАЦ легко распространяется при контакте, воздушно-капельным путем, через инфицированные воду и корма, через предметы ухода, оборудование, подстилку, со спермой инфицированных петухов [18,41].

Возбудитель ИАЦ обладает высокой устойчивостью к физическим и химическим факторам внешней среды, дезинфектантам, что позволяет ему длительное время сохраняться в птицеводческих помещениях, способствует его повсеместному распространению и затрудняет контроль за инфекцией [25,36,42,43,44].

Установлено, что вирус инфекционной анемии цыплят инфицирует только кур, однако антитела к ВАЦ были выявлены у японских перепелов [45], у домашних воробьев (*Passer domesticus*) [46]. Куры являются естественными хозяевами ВАЦ, но по данным L. Fang et al. [47] варианты вируса ИАЦ были выделены от мышей, кошек, собак и человека.

Есть сведения о выделении вируса ИАЦ от индеек [32].

Вирус передается горизонтально фекально-оральным путем и вертикально [32,44,48,49]. От инфицированных петухов вирус передается с семенной жидкостью [4,41,45]. По данным некоторых исследователей вирус может передаваться через респираторный тракт [50,51]. Установлено, что вирус ИАЦ содержится в стержнях пера инфицированных птиц, перхоти и, следовательно, перо играет определенную роль в передаче вируса [52,53]. Факторами передачи вируса из одного хозяйства в другое являются люди, одежда, инвентарь, транспорт [54]. Возбудитель ИАЦ может распространяться через контаминированные ВАЦ вакцины [13,18,50].

Наиболее восприимчивы к ИАЦ цыплята до 2-недельного возраста. Однако возрастная устойчивость снижается при коинфекции ВАЦ с иммунодепрессивными агентами, такими как вирусы инфекционной бурсальной болезни (ИББ), болезни Марека (БМ) и ретикулоэндотелиоза [45]. Признаки болезни более выражены у цыплят мясных кроссов [55].

При естественном заражении сероконверсия отмечается через 2-4 недели [25,56]. Однако часть (10% и более) переболевшей птицы остается серонегативной. Данный феномен можно объяснить наличием у части особей иммунологической толерантности к ВАЦ [12,18].

При естественном заражении у цыплят-бройлеров отмечают 3 пика смертности: в возрасте 12-14 суток, вследствие трансвариальной передачи, в возрасте 22-26 суток, в результате горизонтального распространения вируса и при значительном инфицировании стада в возрасте 32-35 суток. У молодняка кур-несушек и ремонтного молодняка племенных стад повышение смертности наблюдается в возрасте 10-16 недель. Вследствие иммунодепрессивного действия ВАЦ в этот период на вакцинированном поголовье могут возникать локальные вспышки кокцидиоза, болезни Марека, инфекционного бронхита кур (ИБК). В продуктивный период ИАЦ у кур сопровождается анемией гребня и сережек, а также повышением смертности с признаками бактериальных инфекций [12].

В экспериментальных условиях используют интратрахеальный, пероральный и внутрибрюшинный способы заражения [19]. Через 6-8 суток после инокуляции вируса в патологический процесс вовлекаются гемоцитобласты костного мозга и лимфоциты коркового вещества тимуса [3,25]. Гибель тимоцитов коркового слоя происходит в результате апоптоза [57]. На механизм иммуносупрессии при ИАЦ влияет снижение количества цитотоксических Т-клеток или истощение лимфоцитов CD4 и CD8 [58]. Предшественники эритроцитов, тромбоцитов, моноцитов, гранулоцитов, Т-лимфоцитов и опосредованно В-лимфоцитов, являются клетками-мишенями для ВАЦ. В организме инфицированных цыплят

макрофаги теряют способность продуцировать интерлейкин-1, индуктор противовоспалительного процесса [12]. Угнетение продукции интерлейкина-1, уменьшение количества Fc-рецепторов и фагоцитарной активности снижает защитную функцию иммунной системы и способствует возникновению вторичных инфекций различной этиологии [59,60]. В основном репликация ВАЦ происходит в макрофагах и моноцитах с развитием иммуносупрессии [61], а также в лимфообластах коркового слоя тимуса, интраасиноидальных и экстраасиноидальных гемцитобластах, ретикулярных клетках. Антиген вируса выявляется в зрелых Т-лимфоцитах, в селезенке и тканях других лимфоидных органов [37,38]. Новая генерация Т-лимфоцитов, проэритробластов и промиелоцитов в костном мозге, восстановление кроветворной функции костного мозга отмечается через 16 суток после инокуляции ВАЦ, что совпадает с началом образования ВНА [25].

Развитие поствакцинального или постинфекционного иммунитета снижает диссеминацию ВАЦ, но не блокирует его репликацию в организме птиц [56]. Возбудитель может сохраняться длительное время в репродуктивных органах и передаваться трансвариально, вызывая иммуносупрессию у молодняка. ВНА не являются препятствием для персистенции вируса в репродуктивных органах [48,62]. Снижение уровня лимфоцитов приводит к повышению восприимчивости птицы к инфекциям, вызываемым реовирусами, вирусом ньюкаслской болезни (НБ), аденовирусами [63], вирусами БМ, ИББ [64], ретикулоэндотелиоза [65], бактериями из родов *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Salmonella spp.*, *Escherichia* [54], а также к *Cryptosporidium baileyi* [66], патогенам грибковой этиологии [25]. Тромбоцитопения вследствие нарушения целостности стенок сосудов играет ведущую роль в патогенезе возникновения предрасположенности к другим патогенам [67].

ВАЦ вызывает депрессию поствакцинального иммунного ответа против вирусов НБ, БМ, инфекционного ларинготрахеита птиц (ИЛТ), гриппа птиц [3,68], ИББ, ИБК, эймерий [12,69,70]. У цыплят, инфицированных или переболевших ИАЦ, иммунитет после применения живой вакцины против НБ из штамма «Ла-Сота» ниже на 40% и более по сравнению с цыплятами, свободными от ВАЦ [70,71], а после иммунизации инактивированной вакциной против НБ - на 4,6 \log_2 [72].

G.F. De Boer et al. [73] установили, что в результате функциональных нарушений вирусом ИАЦ цитотоксических Т-лимфоцитов и естественных киллеров, возникают поражения, которые провоцируют поствакцинальные осложнения у суточных цыплят при иммунизации их против ньюкаслской болезни вакциной из штамма «Ла-Сота». У цыплят наблюдались такие признаки как угнетение, конъюнктивит, нарушение дыхания, смертность до 30%. Также отмечается снижение или отсутствие выработки ВНА при

введении инактивированной вакцины против ИБК и ИББ [70].

Инкубационный период при ИАЦ составляет 10-12 суток. Смертность может варьировать от 5 до 60% [3,19,25]. У цыплят болезнь проявляется депрессией, снижением аппетита и прироста живой массы, отставанием в развитии, анемией гребня, сережек, видимых слизистых оболочек [12]. В некоторых случаях наблюдается усиление пигментации, что проявляется желтизной клоува, гребня и сережек, нижних конечностей, кожных покровов [67]. Нередко выявляется гангренозный дерматит в области крыльев, копчиковой железы, спины, грудной клетки, брюшной стенки, бедер и голени [12]. Иногда встречаются язвенно-некротические поражения на плюсне и подошве нижних конечностей [18]. Специфическим симптомом ИАЦ является анемия и снижение гематокрита на 6-27%. На фоне ИАЦ вторичные инфекции имеют более выраженные клинические симптомы и характеризуются повышенной смертностью [25]. Заболеваемость и уровень смертности существенно возрастает при коинфекции ВАЦ с вирусами БМ, ИББ, вирусом ретикулоэндотелиоза [18,67], реовирусами, аденовирусами [19], вирусом НБ, с *Staphylococcus aureus* и бактериями рода *Cryptosporidium* [3].

Характерными признаками ИАЦ являются атрофия и апоплазия костного мозга, атрофия и гипоплазия тимуса. Костный мозг бедренной кости имеет желтоватый, розоватый, иногда темно-красный цвет. Атрофические процессы в тимусе приводят к регрессии органа. При этом тимус приобретает темно-красно-бурый цвет [25]. Поражения фабрициевой сумки представлены атрофией, наличием серозно-слизистого экссудата молочно-белого цвета, кровоизлияний [70]. Выявляются внутримышечные и подкожные кровоизлияния, кровоизлияния на слизистой оболочке железистого желудка [50], на сердце, реже в других органах [19]. Инфицированные ВАЦ цыплята предрасположены к развитию пододерматитов [25]. Нередко выявляются подкожные темно-синие серозные инфильтраты в области крыльев («синее крыло»), которые могут распространяться на грудную клетку и брюшную стенку [50]. Инфильтраты в области брюшной стенки студневидной консистенции соломенно-желтого или буро-зеленоватого цвета [12]. Печень увеличена, светлая, с точечными кровоизлияниями и очагами некроза [19]. В брюшной полости нередко обнаруживают соломенно-желтый студневидный инфильтрат [12,70]. Гистологические изменения характеризуются генерализованной лимфоидной атрофией. Наблюдается деструкция эритробластных клеток и истощение популяции кортикальных тимоцитов [25,74]. Количество эритроцитов, тромбоцитов и гранулоцитов снижается и отмечается их замена жировыми клетками или клетками пролиферирующей стромы. Отмечается атрофия и интенсивная лимфоидная гипоплазия тимуса и деплеция популяции Т и В-клеток [75]. В

корковом слое тимуса отмечается истощение лимфоидных элементов, с последующим заполнением атрофированных долей ретикулярными и капиллярными клетками, а также капиллярной соединительной тканью [76]. Атрофия костного мозга является следствием апластической анемии, которая возникает в результате анемии, тромбоцитопении и панцитопении [67]. Поражения бursы характеризуются атрофией лимфоидных ячеек, с очагами некроза, образованием складок на эпителии, отечной эпителиальной дегенерацией и пролиферацией ретикулярных клеток [25,38]. В печени, почках, легких, железистом желудке, двенадцатиперстной кишке и лимфоидных бляшках слепой кишки образование лимфоидных очагов приводит к истощению и уменьшению размеров клеток [38].

При ИАЦ кровь пораженных цыплят может иметь водянистую структуру, бледную плазму, более продолжительное время свертывания по сравнению с нормой. Низкий уровень гематокрита при ИАЦ обусловлен панцитопенией. Вследствие панцитопении значительно уменьшается количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов [1,18].

ВАЦ вызывает специфические поражения лимфоидной ткани, вследствие чего нарушается функционирование иммунной системы [77,78]. При субклиническом течении ИАЦ, происходит угнетение иммунной функции, в результате селективного инфицирования клеток-предшественников первичных лимфоидных органов [79]. ВАЦ при репликации повреждает и разрушает лимфоциты кортикальной области тимуса, которые отвечают за выработку клеточного иммунитета, играющего важную роль в защите против ряда патогенов (вируса БМ, эймерий) [80].

Материнские антитела защищают цыплят от заражения ВАЦ до 7-21-суточного возраста. Активно иммунизированные куры являются источником ВАЦ и передают его трансвариально [40]. Коинфекция в возрасте 14-21 суток вирусами ИАЦ и ИББ провоцирует проявление у цыплят синдрома внезапной смерти и угнетает поствакцинальный иммунитет против герпесвируса индеек [81]. При коинфекции значительно уменьшаются популяции Т-клеток и макрофагов в тимусе и селезенке, по сравнению с моноинфекцией ИАЦ [50]. Угнетение индукции иммунного ответа является следствием повреждения ВАЦ гемопоэтической и лимфопоэтической систем с последующим генерализованным истощением лимфоцитов [17,25], а также в результате временного подавления функции макрофагов и снижения выработки цитокинов [37,59,60].

Быстро воспроизводимыми и достаточно информативными методами диагностики ИАЦ являются гематологическое и гистологическое исследования [50], иммуногистологический анализ тимуса [39]. Вирус ИАЦ можно выделить практически из всех органов. Для первичного

выделения ВАЦ используют суточных СПФ-цыплят, которым внутримышечно или внутрибрюшинно инокулируют гомогенат печени, отобранной от больной или инфицированной птицы. На 14-21 сутки наблюдается падение гематокрита ниже 27% или атрофия костного мозга [25]. Для заражения можно использовать суспензии селезенки и лейкоцитов. Биопроба на чувствительных суточных цыплятах является наиболее специфичным и достаточным методом для постановки окончательного диагноза. Для биопробы могут быть использованы 4-5-суточные СПФ-куриные эмбрионы [50]. Для подтверждения диагноза также используют определение наличия антигенов вируса или вирусспецифической ДНК в тимусе и костном мозге посредством *in situ* гибридизации с использованием биотинизированного ДНК-зонда [25,48,82]. Наиболее чувствительным методом для выявления ВАЦ является полимеразно-цепная реакция (ПЦР) [15,17,25,48,83]. ПЦР позволяет выявлять возбудителя в культуре клеток через 3-4 дня после заражения патологическим материалом [84]. Вирусные частицы возбудителя ИАЦ также выявляют с помощью электронной микроскопии [85]. Для серологической диагностики ИАЦ используют реакцию нейтрализации, реакцию иммунофлуоресценции и иммуноферментный анализ (ИФА). Перспективным является метод ИФА на основе рекомбинантного антигена VP1 вируса ИАЦ [25].

ИАЦ дифференцируют от болезней, сопровождающихся развитием иммуносупрессии и анемии, таких как ИББ, гиповитаминоз В12, фолиеводефицитная и железозедефицитная анемии, апластическая анемия при лимфоидном лейкозе, БМ, миелобластозе, эритробластозе, аденовирусной инфекции, остеопорозе, афлатоксикозе, отравлении сульфаниламидами [69].

Иммунитет при ИАЦ сложный. Вируснейтрализующие антитела защищают от клинического проявления болезни, но не обеспечивают эффективной защиты от инфицирования полевым вирусом [53].

Для специфической профилактики ИАЦ в мире разработаны живые, инактивированные и иммунокомплексные вакцины. В настоящее время доступные коммерческие живые вакцины получены из полевых штаммов, ослабленных в результате серийного пассажирования в культуре клеток или в куриных эмбрионах [86]. Тем не менее, вирусы в этих вакцинах обладают остаточной вирулентностью и способны передаваться вертикально или горизонтально, вызывая клинические признаки у молодых цыплят. Кроме этого, вакцинные штаммы вируса ИАЦ нестабильны и способны реверсировать к исходной вирулентности после передачи от цыпленка к цыпленку в полевых условиях [87,88]. В связи с этим производителями рекомендуется иммунизировать цыплят старше 6 недель и не позднее, чем за 4 недели до начала яйцекладки [25].

По данным G.F. McKenna et al. [89] некоторые аттенуированные штаммы вируса ИАЦ могут вызывать субклинические инфекции, которые не сопровождаются анемией или какими-либо существенными поражениями. У иммунизированных в раннем возрасте цыплят отмечается длительная персистенция вакцинного вируса ИАЦ в организме и его негативное воздействие на лимфоидную ткань, что потенциально может играть важную роль в развитии субклинических инфекций и влиять на уровень чувствительности к другим патогенам. В настоящее время проводятся исследования по изучению влияния персистенции вакцинных штаммов ИАЦ на эффективность вакцинации против вирусных инфекций [87].

Среди живых вакцин наиболее известны: *Nobilis® CAV P4* из штамма «26P4» («Intervet International B.V.», Нидерланды), *AviPro THYMovAC* из штамма «Cux-1», («Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG», Германия), *CIRCOMUNE®* из штамма «Дел-Рос» («CEVA-BIOMUNE Veterinary Biologicals Company», США), *GYROVAC* из штамма «OA1» («BIOVAC LTD», Израиль). Вакцинацию следует проводить в случае отсутствия антител к ВАЦ [90].

Имеются сведения об эффективности иммунокомплексных вакцин против ИАЦ. Вакцина в своем составе содержит вирус и специфические антитела. Иммунокомплексная вакцина вводится цыплятам в суточном возрасте или *in ovo* и работает по принципу симультанной иммунизации. Однако для создания коммерческих иммунокомплексных вакцин необходимы дополнительные исследования [91].

Разработаны инактивированные вакцины против ИАЦ [92,93], например, компанией «HIPRA» [18]. Необходимо, чтобы инактивированная вакцина содержала антиген вируса ИАЦ имеющий до инактивации титр вируса выше $10^{7.5}$ TCID₅₀ в дозе, предпочтительнее выше, чем $10^{8.0}$ TCID₅₀ или $10^{9.0}$ TCID₅₀. Необходимый титр можно получить с использованием различных методов концентрирования вирусосодержащей жидкости, например, посредством ультрацентрифугирования [92].

Для решения проблемы неполной аттенуации вируса ИАЦ рядом исследователей были предприняты попытки разработать субъединичные вакцины [33]. Для получения рекомбинантного белка VP1 использовали *E.coli* [94,95], системы растений [96]. В Японии получена аттенуированная вакцина из штамма ВАЦ с заменой 394 пары нуклеотидов в белке VP1. В Нидерландах разработаны рекомбинантные субъединичные вакцины с использованием бакуловируса в качестве векторов генов VP1, VP2, VP3 [84]. Однако трудности, связанные с экспрессией гена VP1, до настоящего времени не позволяют разработать безопасную и эффективную вакцину против вируса инфекционной анемии цыплят [32].

В последние годы ведутся разработки по конструированию ДНК-вакцин [45,96]. ДНК-

вакцины являются безопасными, стабильными и способны индуцировать как гуморальный, так и клеточный иммунный ответ [97,98]. Вируснейтрализующие антитела против ВАЦ индуцируются при инокуляции ДНК-вакцинами на основе плазмид, содержащих в векторе белки VP1 и VP2 одновременно [97,99]. Однако, иммунизация ДНК-вакцинами требует больших затрат времени, так как их необходимо вводить цыпленку несколько раз, чтобы получить достаточный для защиты уровень титров антител [97,99,100,101,102].

Исследования A. Pages-Mante et al. [103] и X. Zhang et al. [100] показали, что трехкратное введение курам инактивированной вакцины с титром вируса $10^{7.5}$ TCID₅₀ или $7,9 \times 10^{17}$ копий/мкл в дозе, вызывают индукцию материнских антител, имеющих достаточный уровень для защиты от вируса ИАЦ. Однако достичь высокого титра вируса для производства эффективной инактивированной вакцины является проблемой.

C.W. Canal et al. [104] и D.A. Roussan [105] было установлено, что титры антител у кур выше 1:5000 в ИФА защищают потомство от вируса ИАЦ в течение первых 4-х недель жизни.

Проводятся исследования по разработке вакцин с использованием различных стимуляторов иммуногенеза. Так современные технологии позволили клонировать куриный IL-12, структура и функции которого имеют сходство с таковым у млекопитающих [106]. IL-12 стимулирует секрецию интерферона и репродукцию лимфоцитов в селезенке [107,108,109]. Рядом исследователей установлено, что плазмиды IL-12 или рекомбинантный IL-12 (rchIL-12) повышают эффективность антигенов-кандидатов для производства вакцин, как для человека, так и для животных [110,111]. Следовательно, IL-12 стимулирует иммунный ответ и является потенциальным адъювантом вакцин для человека или животных [108,112,113].

Так, в результате исследований T.-Y. Tseng et al. [33] было показано, что рекомбинантный белок VP1 совместно с куриным рекомбинантным IL-12 индуцировал высокоспецифичные антитела к вирусу ИАЦ. Для генерации VLP CAV использовали систему экспрессии бокаловируса, где экспрессируемый в этой системе IL-12 служил в качестве адъюванта для улучшения иммунного ответа у вакцинированных цыплят. Было установлено, что в сочетании с rchIL-12 рекомбинантная вакцина против ИАЦ индуцировала системный иммунитет у вакцинированных цыплят и вызывала формирование антител в гораздо более высоких титрах, чем коммерческие вакцины.

Разработанная T.-Y. Tseng et al. [33] вакцина может обеспечить эффективную защиту, исключая недостатки живых аттенуированных вакцин против ИАЦ. Авторы исследований заявляют, что данная вакцина в будущем будет оптимизирована для крупномасштабного производства.

Помимо оптимизации вакцин с помощью рекомбинантных систем, адъювантов, таких как цитокины, эффективность вакцины можно повысить за счет повышения иммуногенности антигенов посредством стимуляции гуморального или клеточного иммунного ответа [114,115].

ЛИТЕРАТУРА

1. Yuasa N., Taniguchi T., Yoshida I. Isolation and some characteristics of an agent inducing anemia in chicks. *Avian Dis.* 1979; 23: 366-385.
2. https://talk.ictvonline.org/taxonomy/p/taxonomy-history?taxnode_id=20172554
3. Todd D. Circoviruses: Immunosuppressive threats to avian species: A review. *Avian Pathol.* 2000; 29: 373-394.
4. Ganar K., Shah M., Kamdi B.P., kurkure N.V., et al. Molecular characterization of chicken anemia virus outbreaks in Nagpur province, India from 2012-2015. *Microb. Pathogen.* 2017; 102: 113-119.
5. Breitbart M. Move genus Gyrovirus from the family Circoviridae to the family Anelloviridae. *ICTV Taxonomy History for Chicken anemia virus*, London UK, 2015.
6. Bendinelli M., Pistello M., Maggi F., Fornai C., et al. Molecular properties, biology, and clinical implications of TT virus, a recently identified widespread infectious agent of humans. *Clin. Microbiol. Rev.* 2001; 14: 98-113.
7. Hino S., Miyata H. Torque Teno Virus (TTV): current status. *Rev. Med. Virol.* 2007; 17: 45-57.
8. Miyata H., Tsunoda H., Kazi A., Yamada A., et al. Identification of a novel GC-rich 113-nucleotide region to complete the circular, single-stranded DNA genome of TT virus, the first human circovirus. *J. Virol.* 1999; 73: 3582-3586
9. Prasetyo A.A., Kamahora T., Kuroishi A., Murakami K., et al. Replication of chicken anemia virus (CAV) requires apoptin and is complemented by VP3 of human torque teno virus (TTV). *Virol.* 2009; 385: 85-92.
10. Schat K.A. Chicken anemia virus. In: *TT viruses. The still elusive human pathogens.* Eds. E.-M. de Villiers, H. zur Hausen. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009, pp. 151-184. ISBN 978-3-540-70971-8. DOI: 10.1007/978-3-540-70972-5.
11. ICTVdB (2006).00.016.0.02.001. Chicken anemia virus. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTVdb/ICTVdb/>
12. Дмитриева М.Е., Джавадов Э.Д., Людьева Е.С. Инфекционная анемия цыплят. Диагностика и профилактика. СПб., 2011 [Dmitrieva M.E., Dzhabadov E.D., Lyud'kova E.S. Infektsionnaya anemiya tsyplyat. Diagnostika i profilaktika. SPb., 2011 (In Russ).]
13. Соловьев Б.В., Соловьев А.Я., Непоклонов Е.А., Воронин Е.С. и др. Инфекционная патология животных. Т. 1. М., 2006 [Samuilenko A.YA., Solov'yev B.V., Nepoklonov E.A., Voronin E.S. i dr. Infektsionnaya patologiya zhivotnykh. T. 1. M., 2006 (In Russ).]
14. Pringle C.R. Virus taxonomy at the XIth International Congress of Virology, Sydney, Australia. *Arch. Virol.*, 1999, 144: 2065-2070.
15. Davidson I., Raibstein I., Altori A., Elrom K. The consequence of a single nucleotide substitution on the molecular diagnosis of the chicken anemia virus. *Israel J. Vet. Med.* 2015; 70(2): 30-32.
16. Natesan S., Rftaria J.M., Dhama K., Bhardwaj N., et al. Anti-neoplastic effect of chicken Anemia virus VP3 protein (apoptin) in Rous sarcoma virus-induced tumours in chicken. *J. Gen. Virol.* 2006; 87: 2933-2940.
17. Hegazy A.M., Abdallah F.M., Abd-El Samie L.R., Nazim A.A. Incidence of chicken anemia virus in Sharkia governorate chicken flocks. *Assiut. Vet. Med. J. Vol.* 2014; 60 (142): 75-82.
18. Алиев А.С., Зимин К.В., Серова Н.Ю. Инфекционная анемия цыплят. БИО. 2011; 1/2 (124/125): 6-12 [Aliev A.S., Zimin K.V., Serova N.YU. Infektsionnaya anemiya tsyplyat. BIO. 2011; 1/2 (124/125): 6-12 (In Russ).]
19. Бакулин В.А. Болезни птиц. СПб., 2006 [Bakulin V.A. Bolezni ptits. SPb., 2006 (In Russ).]
20. Ducatez M.F., Owoade A.A., Abiolaand J.O., Muller C.P. Molecular epidemiology of chicken anemia virus in Nigeria. *Arch. Virol.* 2006; 151: 97-111.
21. Ducatez M.F., Chen H., Guan Y., Muller C.P. Molecular epidemiology of chicken anemia virus (CAV) in South Eastern Chinese live bird markets. *Avian Dis.* 2008; 52: 68-73.
22. Noteborn M.H., Todd D., Verschueren C.A., de Gauw H.W., et al. A single chicken anemia virus protein induces apoptosis. *J. Virol.* 1994; 68: 346-351.
23. Zhuang S.M., Landegent J.E., Verschueren C.A.J., Falkenburg J.H.F., et al. Apoptin, a protein encoded by chicken anemia virus, induces cell death in various human hematologic malignant cells in vitro. *Leukemia.* 1995; 9: 118-120.
24. Zhuang S.M., Shvarts A., van Ormondt H., Jochemsen A.G., et al. Apoptin, a protein encoded by chicken anemia virus, induced p53-independent apoptosis in human osteosarcoma cells. *Cancer Res.* 1995; 55: 486-489.
25. Schat K.A., van Santen V.L. Chicken infectious anemia. In: *Disease of Poultry*, 13th edition / D.E. Swayne, J.R. Glisson, L.R. McDougald, L.K. Nolan, D.L. Suarez, V. Nair (eds.). John Wiley&Sons, Inc., 2013: 248-264.
26. Natesan S., Kataria J.M., Dhama K., Rahul S., Baradhvaj N. Biological and molecular characterization of chicken anemia virus isolates of Indian origin. *Virus Res.* 2006; 118: 78-86.
27. He C.Q., Ding N.Z., Fan W., Wu Y.H., et al. Identification of chicken anemia virus putative intergenotype recombinants. *Virology.* 2007; 366: 1-7.
28. Basaraddi M.S., Dhama K., Wani M.Y., Sawant P.M., et al. Down regulation in cytokines profiles and immunopathological changes in chicks infected with chicken infectious anaemia virus. *African J. Microbiol. Res.* 2013; 7: 2464-2474.
29. Wani M.Y., Dhama K., Barathidasan R., Gowthaman V., et al. Molecular detection and epidemiology of chicken infectious anaemia virus in India. *South Asian J. Exp. Biol.* 2013; 3(4): 145-151.

30. Peters M.A., Jackson D.C., Crabb B.S., Browning G.F. Chicken anemia virus VP2 is a novel dual specificity protein phosphatase. *J. Biol. Chemistry*. 2002; 277: 39566-39573.
31. Peters M.A., Crabb B.S., Washington E.A., Browning G.F. Site-directed mutagenesis of the VP2 gene of chicken anemia virus affects virus replication cytopathology and host-cell MHC class I expression. *J. Gen. Virol.* 2006; 87: 823-831.
32. Sandhya N., SaiGopal D.V.R. Chicken anemia virus an economically important poultry virus. *Int. J. Rec. Sci. Res.* 2019; 10: 32065-32070.
33. Tseng T.-Y., Liu Y.-C., Hsu Y.-C., Chang P.-C. et al. Preparation of chicken anemia virus (CAV) virus-like particles and chicken interleukin-12 for vaccine development using a Baculovirus expression system. *Pathogens*. 2019; 8: 262-274. DOI: 10.3390/pathogens8040262
34. Shirokov D.A., Miroshina J.A., Manuvera V.A., Dubovoi A.S., et al. Obtaining of recombinant VP2 protein of chicken anemia virus. *FEBS Journal (FEBS OPEN BIO)*. 2018; 8 (1): 172.
35. Adair B.M. Immunopathogenesis of chicken anemia virus infection. *Dev. Comp. Immunol.* 2000; 24: 247-255.
36. Miller M.M., Schat K.A. Chicken infectious anemia virus: an example of the ultimate host-parasite relationship. *Avian Dis.* 2004; 48: 734-745.
37. Schat K., Skinner M.A. Avian immunosuppressive diseases and immune evasion. In: *Avian Immunology* / F. Davison, B. Kaspers, K.A. Schat. Academic Press is an imprint of Elsevier, first edition, 2008: 299-323.
38. Smyth J.A., Moffett D.A., McNulty M.S., Todd D., et al. A sequential histopathologic and immunocytochemical study of chicken anemia virus infection at one day of age. *Avian Dis.* 1993; 37: 324-338.
39. Smyth J.A., Moffett D.A., McNulty M.S., Todd D., et al. A sequential histopathologic and immunocytochemical study of chicken anemia virus infection at one day of age. *Avian Dis.* 1993; 37: 324-338.
40. Дмитриева М.Е. Специфическая профилактика инфекционной анемии цыплят, ее последствия и перспективы. *Птица и птицепродукты*, 2016, 6: 43-44 [Dmitrieva M.E. Spetsificheskaya profilaktika infektsionnoy anemii tsyplyat, yeye posledstviya i perspektivy. *Ptitsa i ptitseprodukty*, 2016, 6: 43-44 (In Russ).]
41. Hoop R.K. Transmission of chicken anaemia virus with semen. *Vet. Rec.* 1993; 133: 551-552.
42. Toro H., van Santen V.L., Hoerr F.J., Breedlove C. Effects of chicken anaemia virus and infectious bursal disease virus in commercial chickens. *Avian Dis.* 2009; 53(1): 94-102.
43. Dhama K., Mahendran M., Somvanshi R., Chawak M.M. Chicken infectious anaemia virus: an immunosuppressive pathogen of poultry. *Indian J. Vet. Poult.* 2008; 3: 158-167.
44. Smyth J.A., Schat K.A. Virus-induced immunosuppression: Chicken infectious anemia. In: *Immunosuppressive disease of poultry*. Eds. Gimeno, I.M. Grupo Asis Biomedica, Zaragoza, 2013: 91-114.
45. Руководство по вирусологии: Вирусы и вирусные инфекции человека и животных / Под ред. академика РАН Д.К. Львова. – М.: Изд-во «Медицинское информационное агентство», 2013. – 1200 с.: ил. [Rukovodstvo po virusologii: Virusy i virusnyye infektsii cheloveka i zhivotnykh / Pod red. akademika RAN D.K. L'vova. – M.: Izd-vo «Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo», 2013. – 1200 s.: il. (In Russ).]
46. Gholami-Anangaran M., Zia-Janromi N., Rahimi E. Molecular detection of chicken anaemia virus (CAV) in house sparrow (*Passer domesticus*) in Iran. *Revue Med. Vet.* 2013; 164(11): 487-490.
47. Fang L., Li Y., Wang Y., Fu J., et al. Genetic analysis of two chicken infectious anemia virus variants-related Gyrovirus in stray mice and dogs: the first report in China, 2015. *BioMed. Res. Int.* 2017; ID6707868: 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/6707868>
48. Hailemariam Z., Omar A.R., Hair-Bejo M., Giap T.C. Detection and characterization of chicken anemia virus from commercial broiler breeder chickens. *Virol. J.* 2008; 5: 128, DOI: 10.1186/1743-422x-5-128 (<http://www.virologyj.com/content/5/1/128>).
49. McNulty M.S., Todd D. Chicken anemia virus. In: *A laboratory manual for the isolation and identification of avian pathogens*. 5th ed. Eds. Zavala, L.D., D.E. Swayne, J.R. Glisson, J.E. Pearson, W.M. Reed, M.W. Jackwood and Woolcock. American Association of Avian Pathologist, Jacksonville, FL. 2008: 124-127.
50. Гусева У.В., Сатина Т.И., Фомина Т.А. Инфекционная анемия цыплят: Обзор литературы. Владимир, 1997 [Guseva U.V., Satina T.I., Fomina T.A. Infektsionnaya anemiya tsyplyat: Obzor literatury. Vladimir, 1997 (In Russ).]
51. Hoop R.K. Persistent and vertical transmission of chicken anaemia agent in experimentally infected laying hens. *Avian Pathol.* 1992; 21: 493-501.
52. Davidson I., Artzi N., Shkoda I., Lublin A., et al. The contribution of feathers in the spread of chicken anemia virus. *Virus Research*. 2008; 132: 152-159.
53. Fenner's Veterinary Virology, 5th ed. Eds. N.J. Maclachlan, E.J. Dubovi. Elsevier Science & Technology Books. 2017.
54. Хорват-Папп И. Заболевания бройлеров. 2013 [Khorvat-Papp I. Zabolevaniya broylerov. 2013 (In Russ).]
55. Cardona C.J., Lucio B., O'Connell, Jagne J, et al. Humoral immune responses to chicken infectious anemia virus in three strains of chicken in a closed flock. *Avian Dis.* 2000; 44: 661-667.
56. Sommer F., Cardona C. Chicken anemia virus in broilers: dynamics of the infection in two commercial broiler flocks. *Avian Dis.* 2003; 47: 1466-1473.
57. Jeurissen S.H., Wagenaar F., Pol J.M., A.J. van der Eb, et al. Chicken anemia virus causes apoptosis of

thymocytes after in vivo infection and of cell lines after in vitro infection. *J. Virol.* 1992; 66: 7383-7388.

58. Markowski-Grimsrud C.J., Schat K.A. Infection with chicken anemia virus impairs the generation of antigen-specific cytotoxic T lymphocytes. *Immunol.* 2003; 109: 283-294.

59. McConnell C.D., Adair B.M., McNulty M.S. Effects of chicken anemia virus on cell-mediated immune function in chickens exposed to the virus by a natural route. *Avian Dis.* 1993; 37: 366-374.

60. McConnell C.D., Adair B.M., McNulty M.S. Effects of chicken anemia virus on macrophage function in chickens. *Avian Dis.* 1993; 37(2): 358-365.

61. Сергеев В.А., Непоклонов Е.А., Алипер Т.И. Вирусы и вирусные вакцины. М., 2007 [Sergeyev V.A., Nepoklonov E.A., Aliper T.I. *Virusy i virusnyye vaksiny.* М., 2007 (In Russ).]

62. Cardone C. Humoral immune responses to chicken infectious anemia virus in three strains of chickens in a closed flock. *Avian Dis.* 2000; 44: 661-667.

63. Toro H., Gonzales C., Cerda L., Hess M., et al. Chicken anemia virus and fowl adenoviruses: association to induce the inclusion body hepatitis/hydropericardium syndrome. *Avian Dis.* 2000; 44: 51-58.

64. Imai K., Mase M., Tsukamoto K., Hihara H., et al. Persistent infection with chicken anaemia virus and some effects of highly virulent infectious bursal disease virus infection on its persistency. *Res. Vet.* 1999; 67: 233-238.

65. Джавадов Э.Д., Дмитриева М.Е., Людькова Е.С. Клинический и патоморфологический методы диагностики инфекционной анемии цыплят. Матер. конф., посвящ. 80-летию Самарской НИВС Россельхозакадемии: «Актуальные проблемы ветеринарной науки в агропромышленном комплексе». Самара, 2009: 120-123 [Dzhavadov E.D., Dmitrieva M.E., Lyud'kova E.S. *Klinicheskiy i patomorfologicheskiy metody diagnostiki infektsionnoy anemii tsyplyat.* Mater. konf., posvyashch. 80-letiyu Samarskoy NIVS Rossel'khozakademii: «Aktual'nyye problemy veterinarnoy nauki v agropromyshlennom komplekse». Samara, 2009: 120-123 (In Russ).]

66. Hornok S., Heijmans J.F., Bekesi L., Peek H.W., et al. Interaction of chicken anaemia virus and *Cryptosporidium baileyi* in experimentally infected chickens. *Vet. Parasitol.* 1998; 76: 43-55.

67. Клоуд С.С., Розенбергер Д.К., Поуп К.Р. Иммунодепрессивные эффекты вирусной анемии цыплят и методы борьбы с ними. БИО. 2002; 6: 9-12 [Kloud S.S., Rozenberger D.K., Poup K.R. *Immunodepressivnyye efekty virusnoy anemii tsyplyat i metody bor'by s nimi.* БИО. 2002; 6: 9-12 (In Russ).]

68. Dhama K., Kataria J.M., Senthikumar N., Dash B.B., et al. Standardization and application of polymerase chain reaction and indirect immunofluorescent technique for detection of chicken infectious anaemia virus. *J. Camp. Microbiol. Immunol. Infect. Dis.* 2002; 23: 11-32.

69. Алиев А.С., Громов И.Н., Бурлаков М.В., Седиханова М.К. и др. Инфекционная анемия цыплят. СПб., 2013 [Aliev A.S., Gromov I.N., Burlakov M.V., Sedikhanova M.K. i dr. *Infektsionnaya anemiya tsyplyat.* SPB., 2013 (In Russ).]

70. Дмитриева М.Е. Инфекционная анемия цыплят как фактор возникновения иммунодепрессии и низкой эффективности специфической профилактики в промышленном птицеводстве. Эл. журнал Open Scient. Bul. 2014; №4. <https://prezi.com/0idyeyjrfffp/open-scientific-bulletin-openbull> [Dmitrieva M.E. *Infektsionnaya anemiya tsyplyat kak faktor vzniknoveniya immunodepressii i nizkoy effektivnosti spetsificheskoy profilaktiki v promyshlennom ptitsevodstve.* Эл. zhurnal Open Scient. Bul. 2014; №4. <https://prezi.com/0idyeyjrfffp/open-scientific-bulletin-openbull> (In Russ).]

71. Zeng S., Gao X., Liu Z. The changes of T-lymphocytes subpopulation in immune organs and tissues of chicks infected with chicken anemia virus post vaccination La-Sota vaccine. *Acta Vet. Zootech. Sin.* 2004; 35 (2): 213-216.

72. Box P.G., Holmes H.C., Bushell A.C., Finney P.M. Impaired response to killed Newcastle disease vaccine in chicken possessing circulating antibody to chicken anaemia agent. *Avian Pathol.* 1988; 17: 713-723.

73. De Boer G.F., Van Roozelaar D.J., Moormann R.L., Jeurissen S.H.M., et al. Interaction between chicken anaemia virus and live Newcastle disease vaccine. *Avian Pathol.* 1994; 23: 263-275.

74. Jeurissen S.H.M., Pol J.M.A., De Boer G.F. Transient depletion of cortical thymocytes induced by chicken anaemia agent. *Thymus.* 1989; 14: 115-123.

75. Wani M.Y., Dhama K., Latheef S.K., Barachidassan R., et al. Experimental pathological studies of an Indian chicken anaemia virus isolate and its detection by PCR and FAT. 2014; 17 (6): 802-811. DOI:10.3923/pjbs.2014.802.811

76. Goudar M.S., Arun C.S. Chicken infectious anaemia – a new threat to poultry? *Poultry Adviser.* 1992; 15 (12): 21-24.

77. Adair B.M., McNeilly F., McConell C.D.G. Effects of chicken anaemia agent on lymphokine production and lymphocyte transformation in experimentally infected chickens. *Avian Dis.* 1991; 35 (4): 783-792.

78. Otaki Y., Nunoya T., Tajima M., Kato A., et al. Depression of vaccinal immunity to Marek's disease by infection with chicken anaemia agent. *Avian Pathol.* 1988; 13: 333-347.

79. Todd D., Creelan J.L., McNulty M.S., Dot blot hybridization assay for chicken anemia agent using a cloned DNA prob. *J. Clin. Microbiol.* 1991; 29: 933-939.

80. Монтиэль Э. Значение иммунной системы птицы в промышленном птицеводстве. РацВетИнформ. 2003; 9: 16-19 [Montiel' E. *Znachenije immunnoy sistemy ptitsy v promyshlennom ptitsevodstve.* RatsVetInform. 2003; 9: 16-19 (In Russ).]

81. Otaki Y., Nunoya T., Tajima M., Saito K., et al. Enhanced pathogenicity of chicken anemia agent by

infectious bursal disease virus relating to the occurrence of Marek's disease vaccination breaks. *Jpn. J. Vet. Sci.* 1989; 51: 849-852.

82. Nielsen O.L., Jorgensen P.H., Bisgaard M., Alexandersen S. In situ hybridization for the detection of chicken anaemia virus in experimentally-induced infection and field outbreaks. *Avian Pathol.* 1995; 24: 149-155.

83. AboElkhair M., Abd-El Razak A.G., Elnaby A., Metwally Y. Molecular char-

1) acterization of chicken anemia virus circulating in chicken flocks in Egypt. <http://www.hindawi.com/journals/av/2014/797151>

84. Экви Б.П. Вирусная анемия цыплят. *РацВетИнформ.* 2005; 11: 7 [Ekvi B.P. Virusnaya anemiya tsyplyat. *RatsVetInform.* 2005; 11: 7 (In Russ).]

85. Дмитриева М.Е., Занько М.А., Балендор Е.В. Диагностика инфекционной анемии цыплят методом электронной микроскопии. *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии.* 2017; 4: 30-32 [Dmitrieva M.E., Zan'ko M.A., Balendor E.V. Diagnostika infektsionnoy anemii tsyplyat metodom elektronnoy mikroskopii. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii.* 2017; 4: 30-32 (In Russ).]

86. McNulty M.S. Chicken anaemia agent (CAA): a review. *Avian Pathol.* 1991; 20: 187-203.

87. Vaziry A., Silim A., Bleau C., Frenette D., et al. chicken infectious anaemia vaccinal strain persists in the spleen and thymus of young chicks and induces thymic lymphoid cell disorders. *Avian Pathol.* 2011; 40(4): 377-385.

88. Todd D., Creelan J.L., Connor T.J., Ball N.W., et al. Investigation of the unstable attenuation exhibited by a chicken anaemia virus isolate. *Avian Pathol.* 2003; 32: 375-382.

89. McKenna G.F. Immunopathologic investigations with an attenuated chicken anemia virus in day-old chickens. *Avian Dis.* 2003; 47: 1339-1345.

90. Дмитриева М.Е., Занько М.А., Балендор Е.В. Средства специфической профилактики инфекционной анемии цыплят. *Матер. научн.-практ. конф.: «Проблемы и приоритеты развития науки в XXI веке».* Смоленск, 2018, 25-29 [Dmitrieva M.E., Zan'ko M.A., Balendor E.V. Sredstva spetsificheskoy profilaktiki infektsionnoy anemii tsyplyat. *Mater. nauchn.-prakt. konf.: «Problemy i prioritety razvitiya nauki v XXI veke».* Smolensk. 2018: 25-29 (In Russ).]

91. Schat K.A., Martins N.R., O'Connell P.H., Piepenbrink M. Immune complex vaccines for chicken infectious anemia virus. *Avian Dis.* 2011; 55(1): 90-96.

92. Schrier C.C. Chick anemia vaccine agent. *Unaited States Patent N 5.728.569[45], Mar.17.1998.* <http://www.patents.com/us-5728569.html>

93. Kaffashi A., Shrestha S., Browning G.F. Evaluation of chicken anaemia virus mutants as potential vaccine strains in 1-day-old chickens. *Avian Pathol.* 2008; 37(1): 109-114. DOI:10.1080/03079450701812965

94. Lee M.-S., Hseu Y.-C., Lai G.-H., Chang W.-T. High yield expression in a recombinant *E. coli* of

a codon optimized chicken anemia virus capsid protein VP1 useful for vaccine development. *Microbiol. Cell Fact.* 2011; 10: 56.

95. Shirokov D.A., Manuvera V.A., Dubovoi A.S., Bobrovsky P.A., et al. Development of producer of recombinant capsid protein VP1 of chicken anemia virus. *FABS Jornal.* 2017; 281(1): 131.

96. Lacorte C., Lohuis H., Goldbach R., Prins M. Assessing the expression of chicken anemia virus proteins in plants. *Virus Res.* 2007; 129: 80-86.

97. Moeini H., Omar A.R., Rahim R.A., Yusoff K. Development of a DNA vaccine against chicken anemia virus by using a bicistronic vector expressing VP1 and VP2 proteins of CAV. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Dis.* 2011; 34(3): 227-236.

98. Sawant P.M., Dhama K., Rawool D.B., Wani M.Y., et al. Development of a DNA vaccine for chicken infectious anemia and its immunogenicity group box 1 protein as a novel immunoadjuvant indicated induction of promising protective immune responses. *Vaccine.* 2015; 33: 333-340.

99. Moeni H., Omar A.R., Rahim R.A. Improving the potency of DNA vaccine against chicken anemia virus (CAV) by fusing VP1 protein of CAV to Marek's disease virus (MDV) type 1 VP 22 protein. *Virology.* 2011; 8: 119.

100. Zhang X., Wu B., Liu Y., Chen W., et al. Assessing the efficacy of an inactivated chicken anemia virus vaccine. *Vaccine.* 2015; 33: 1916-1922.

101. Lee M.-S., Lien Y.-Y., Feng S.-H., Huang R.-L., et al. Production of chicken anemia virus (CAV) VP1 and VP2 protein expressed by recombinant *Escherichia coli*. *Proc. Biochem.* 2009; 44: 390-395.

102. Sawant P.M., Dhama K., Rawool D.B., Wani M.Y., et al. Development of a DNA vaccine for chicken infectious anemia and its immunogenicity group box 1 protein as a novel immunoadjuvant indicated induction of promising protective immune responses. *Vaccine.* 2015; 33: 333-340.

103. Pages-Monte A., Saubi N., Artigas C., Espuna E. Experimental evaluation of an inactivated vaccine against chicken anaemia virus. *Avian Pathol.* 1997; 26: 721-729.

104. Canal C.W., Feffera D.J., Macagnan M., Fallavena L.C.B., et al. Prevalence of antibodies against chicken anemia virus (CAV) in breeders in Southern Brazil. *Resqui. Vet. Bras.* 2004; 24: 89-92.

105. Roussan D.A. Serological survey on the prevalence of chicken infectious anemia virus in commercial broiler chicken flocks in Northern Jordan. *Int. J. Poult. Sci.* 2006; 5: 544-546.

106. Degen W.G., van Daal N., van Zuilekom H.I., Burnside J., et al. Identification and molecular cloning of functional chicken IL-12. *J. Immunol.* 2004; 172: 4371-4380.

107. Medrano G., Dolan M.C., Stephens N.T., McMickle A., et al. Efficient plant-based production of chicken interleukin-12 yields a strong immunostimulatory cytokine. *J. Interferon Cytokine Res.* 2010; 30: 143-154.

108. Su B.S., Yin H.S., Shein J.H., Chiu H.H., et al. Production of biologically active chicken interleukin

(IL)-12 and IL-18 synthesized by the recombinant fowlpox virus. *Process Biochem.* 2010; 45: 1057-1064.

109. Ha S., Chang J., Song M., Suh Y., et al. Engineering N-glycosylation mutations in IL-12 enhances sustained cytotoxic T lymphocyte responses for DNA immunization. *Nat. Biotech.* 2002; 20: 381-386.

110. Metzger D.W. IL-12 as an adjuvant for the enhancement of protective humoral immunity. *Expert Rev. Vaccine.* 2009; 8: 515-518.

111. Li X., Li P., Cao L., Bai Y., et al. Porcine IL-12 plasmid as an adjuvant improve the cellular and humoral immune responses of DNA vaccine targeting transmission gastroenteritis virus spike gene in a mouse model. *J. Vet. Sci.* 2019; 81: 1438-1444.

112. Rengajan J., Szabo S.J., Glimcher L.H. Transcriptional regulation of Th1/Th2 polarization. *Immunol. Today.* 2000; 21: 479.

113. Su B.S., Chiu H.H., Lin C.C., Shien J.H., et al. Adjuvant active of chicken interleukin-12 co-administrated with infectious bursal disease virus recombinant VP2 antigen in chickens. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 2011; 139: 167-175.

114. Asif M., Jenkins K.A., Hilton L.S., Kimpton W.G., et al. Cytokines as adjuvants for avian vaccines. *Immunol. Cell Biol.* 2004; 82: 638-343.

115. Hung L., Li H.-P., Lien Y.-Y., Wu M.-L., et al. Adjuvant effects of chicken interleukin-18 in avian Newcastle disease vaccine. *Vaccine.* 2010; 28: 1148-1155.

УДК/UDK631.52:635.262

ГРНТИ/SRSTI 68.35.03

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЯРОВОМУ ЧЕСНОКУ В КАЗАХСТАНЕ: ИТОГИ, ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1034](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1034)

*Ибрагимова Г.М.¹, Алпысбаева В.О.¹,
Айтбаева А.Т.¹, Тапишева Г.Б.²*

¹Региональный филиал «Кайнар» ТОО

«Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства»

²Казахский национальный аграрный университет

SCIENTIFIC RESEARCH ON SPRING GARLIC IN KAZAKHSTAN: RESULTS, WAYS TO SOLVING PROBLEMS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

*Ibragimova G.M.¹, Alpybayeva V.O.¹,
Aitbayeva A.T.¹, Tapisheva G.B.²*

¹Regional branch LLP «Kazakh Research Institute of Horticulture»
of «Kainar»

²Kazakh National Agrarian University

АННОТАЦИЯ

Целью исследований было изучение коллекции ярового чеснока в условиях юго-востока Казахстана.

В статье представлены результаты исследований оценки коллекции ярового чеснока по хозяйственно-ценным признакам. По результатам оценки из 30 сортообразцов выделено всего - 8. Образец К-41 (Акжол) передан в Государственное сортоиспытание Республики Казахстан. Оставшиеся выделенные по хозяйственно-ценным признакам образцы (Местный, Вр.5654, Виктория, Дедушкин кулак, Жоробец, Вр.5276. Сибирский) будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

ANNOTATION

The aim of the research was to study the collection of spring garlic in the conditions of the south-east of Kazakhstan.

The article presents the results of studies assessing the collection of spring garlic by economically valuable traits. According to the results of the assessment, out of 30 varieties, only 8. Sample K-41 (Akzhol) was transferred to the State variety testing of the Republic of Kazakhstan. The remaining samples selected for economically valuable traits (Mestny, Bp.5654, Victoria, Dedushkin kulak, Zhorobets, Bp.5276. Siberian) will be used in further breeding work.

Ключевые слова: яровой чеснок, сорт, сортообразцы, продуктивность, луковица.

Key words: spring garlic, cultivar, cultivars, productivity, bulb.

ВВЕДЕНИЕ

Чеснок - одна из наиболее ценных овощных культур. Пищевая ценность чеснока определяется его особым химическим составом.

В луковицах чеснока содержится 35-42% сухих веществ, 5-16% сахаров и полисахаридов, 6-7% белка, 1% жира. В чесноке обнаружены соли фосфора, кальция, меди, кобальта, молибдена, а

железа столько же, сколько в яблоках - 10-29 мг%. В эфирных маслах чеснока, от которых зависит острый вкус и специфический запах, есть фитонциды, подавляющие микроорганизмы. Содержание витамина С в луковицах - 7-17, в зеленых листьях - 41-82 мг/100 г. В настоящее время чеснок выращивается по всему земному

шару там, где позволяют климатические условия [1-2].

Особенность ярового чеснока - большая консервативность, слабая приспособляемость к новым условиям произрастания. В Казахстане на юге и юго-востоке возделывают, в основном, местные формы озимого чеснока, хорошо приспособившиеся к условиям определенного региона, а местные формы ярового чеснока исследованы очень слабо. Поэтому важная задача для исследователей - применительно к данным регионам изучение местных форм и коллекций с целью выделения образцов, обладающих комплексом хозяйственно-полезных признаков и перспективных, для использования в отечественной селекции [3].

В результате оценки коллекции ярового чеснока были получены совершенно новые научные сведения об основных хозяйственно-ценных (урожайность, питательные качества, лежкость) и адаптационных характеристиках, об устойчивости к болезням, вредителям и климатическим стрессам. При этом выявлены новые характеристики ярового чеснока, ранее не изученные и не отмеченные, которые стали новизной в совершенствовании и углублении прикладных исследований в условиях Казахстана.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты и лабораторные исследования были выполнены в соответствии с общепринятыми классическими методиками, в том числе по селекции и семеноводству овощных культур:

Делянки и схемы посева в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур: Параметры ОСТ 4671-78. - М., 1979. - 15 с. [4];

Описание морфологических признаков и параметров проводилось по международной системе UPOV и рекомендаций Госкомиссии РК [5];

Гончаров П.А., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений. - Новосибирск. - 1993. - 307 с. [6];

Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (картофель, овощные и бахчевые культуры). Выпуск 4.- М.-Колос.-1975.- 183 с. [7];

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта - М., 1985. - 372 с. [8].

Объект исследований: в качестве объекта исследований были использованы коллекции ярового чеснока из ведущих научных центров России.

Цель исследований: сформировать и оценить образцы коллекции ярового чеснока, выделить перспективные, для использования в селекционных исследованиях и создании новых отечественных сортов.

Агротехника овощных культур в опытах общепринятая для предгорной зоны юго-востока Казахстана, осуществлена в соответствии с рекомендациями ученых РФ ТОО «КазНИИПО «Кайнар».

Почва опытного стационара темно-каштановая, среднесуглинистая, содержит 2,9-3,0% гумуса; 0,18-0,20% общего азота; 0,19-0,20% валового фосфора, 30-40 мг/кг P_2O_5 , 350-390 мг/кг K_2O . Сумма поглощенных оснований - 20-21 мг-экв./100 г почвы, рН 7,3-7,4. Объемная масса - 1,1-1,2 кг/см³.

Климат предгорной зоны юго-востока Казахстана (Алматинская область) является резко-континентальным. Средняя температура июля составляет 22-24°C тепла, января - 6-10°C мороза. Сумма положительных температур равна 3450-3750°C, а сумма активных температур - 3100-3400°C.

Продолжительность безморозного периода - 140-170 дней. Годовое количество осадков - 350-600 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Научные исследования проводились на полях Регионального Филиала ТОО «Казахский НИИ плодовоовощеводства» «Кайнар», расположенного в предгорной зоне юго-востока Казахстана на северном склоне Заилийского Алатау на высоте 1000-1050 м над уровнем моря в рамках Грантового проекта Министерства образования и науки Республики Казахстан по теме: «Формирование и оценка коллекции ярового чеснока для создания новых сортов в Казахстане на 2018-2020 гг.».

В селекции культур размножающихся вегетативными органами основным методом является клоновый отбор, поэтому, успех селекционного процесса в значительной степени зависит от исходного материала и его всесторонней оценки.

Перед высадкой посадочный материал ярового чеснока был разделен по фракциям и высажен на глубину 3-4 см, с междурядьями 70 см, в заранее подготовленные борозды. Делянки - 2-х рядковые, площадь учетной делянки - 10м².

За годы испытаний 2018-2020 гг. было изучено 30 сортообразцов коллекции ярового чеснока из ведущих научных центров России, в том числе, из коллекции ВИР-а. При оценке были проведены морфологические описания сортообразцов ярового чеснока, отмечены фенологические фазы развития, биометрические показатели, качество, а также хозяйственно-полезные признаки.

Результаты исследований показали, что сорта и образцы коллекции ярового чеснока различались между собой по морфологическим признакам, фенологическим фазам развития и биометрическим показателям. Было установлено, что луковицы сортов и образцов коллекции имели разнообразную форму, плотность и цвет наружных чешуй, а также -многозубчатость.

По продолжительности вегетационного периода в условиях юго востока Казахстана были отобраны раннеспелые сортообразцы - Ершовский, Кледор, Дегтярский, Еленовский, К-75, К-54, К-76, К- 41, Местный, Вр.5654, Вр.2599, К-2821, К-271(85-100 дней).

Биометрические исследования показали, что общая площадь ассимиляционной поверхности одного растения к периоду максимального отрастания листьев у коллекционных образцов меньше 150,1-398,6 см², тогда как у сортов 432,6-615,8 см².

Изучение биохимического состава чеснока ярового позволило выявить сортовые различия и сходство образцов по основным его компонентам.

Содержание сухого вещества в зависимости от образца изменялось в диапазоне от 32,22% до 44,38%. Наибольший процент сухого вещества наблюдался у образцов К-71, К-67, К-75, К-79 (41,74-44,38%).

Результаты 3-х летней оценки сортообразцов ярового чеснока по хозяйственно-ценным признакам приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика сортообразцов ярового чеснока 2018-2020 гг.

П/н	Сорта и сортообразцы	Учетная площадь, м ²	Общий урожай, кг	Масса товарной луко-вицы, г	Кол.-во зуб-ков, шт.	Повреждение вредителями, %	
						нема-тода	луко-вая муха
1	Абрек	10	2,32	37,5	10	0,15	-
2	К-43	10	1,64	17,5	12	-	-
3	К-79	10	1,54	16,5	16	-	-
4	Кледор	10	2,20	38,1	11	-	-
5	К-2599	10	3,95	24,0	9	-	-
6	К-2711	10	3,85	21,0	9	-	-
7	Гигант	10	2,31	40,0	9	-	-
8	Султан	10	2,20	33,2	9	-	0,3
9	К-2716	10	2,70	17,5	11	-	-
10	Пермяк	10	2,70	26,7	10	0,2	-
11	К-2821	10	2,75	19,8	11	-	-
12	К-67	10	0,91	21,2	14	-	-
13	Вр. 5276	10	4,45	25,6	12	0,1	-
14	Местный	10	4,00	23,4	10	-	-
15	К-71	10	1,10	19,2	14	-	-
16	К-53	10	1,05	23,2	13	-	-
17	Вр. 5654	10	4,10	22,6	9	-	-
18	К-126	10	1,28	25,0	12	0,3	-
19	Дедушкин кулак	10	4,25	33,1	9	-	-
20	Жоробец	10	4,30	28,6	12	-	0,2
21	К-54	10	0,99	21,0	19	-	-
22	Ершовский	10	3,85	35,3	10	-	-
23	К-65	10	0,92	27,4	12	-	-
24	Еленовский	10	3,91	35,6	9	-	-
25	К-48	10	1,24	29,7	9	0,1	-
26	Сибирский	10	4,65	32,6	10	-	-
27	К-41	10	5,0	35,7	10	-	-
28	К-75	10	1,35	21,3	12	-	0,15
29	Виктория	10	4,10	37,4	10	-	-
30	К-56	10	3,30	33,7	11	-	-

Как видно из таблицы, средняя урожайность сортообразцов колеблется от 0,91 до 5,20 кг с площади - 10 м². Хороший урожай получен на 8-ми сортообразцах - К-41 (5,0 кг), Местный (4,0 кг), Вр.5654 и Виктория (4,1 кг), Дедушкин кулак (4,25 кг), Жоробец (4,3 кг), Вр.5276 (4,45 кг), Сибирский (4,65 кг). Низкую урожайность (0,92-2,0 кг) с площади 10 м² показали 10 сортообразцов: К-65, К-54, К-53, К-67, К-54, К-48, К-126, К-75, К-71, Кледор. Сортообразцы отличались по массе товарной луковицы, которая колебалась от 16,5 до

40,0 г. Количество зубков в луковице варьировала от 9-16 штук.

Повреждение вредителями было незначительное - 0,1-0,3%, большая часть изучаемых сортообразцов были устойчивы к поражениям.

У образца К-41 полученного методом отбора из сорта Еленовский были лучшие показатели хозяйственно-ценных признаков. Данный сортообразец был передан в Государственное сортоиспытание под названием - Акжол.

Таблица 2

Характеристика нового сорта Акжол за годы исследований (2018-2020 гг.)

Средняя урожайность, т/га	Масса товарной луковицы, грамм	Сохраняемость, %	Сухое вещество, %	Содержание общего сахара, %	Содержание витамина «С», мг/ %
5,0	35,7	85,0	34,92	17,16	1,12

ВЫВОДЫ

По результатам трехлетней оценки (2018-2020 гг.) по ряду хозяйственно-ценных признаков выделены 8 сортообразцов ярового чеснока. С высоким показателем адаптивности к местным почвенно-климатическим условиям выделен образец К-41 под новым названием Акжол и передан в Госсортоиспытание Республики Казахстан. Остальные выделенные образцы будут использованы как перспективные для дальнейших селекционных исследований.

Список использованной литературы:

1. Сузан В.Г., Гринберг Е.Г., Литвиненко Н.В. Чеснок в Сибири и на Урале 2007. - 48 с.;
2. Водянова О.С., Луки. А.О. «Баспалар Үйі». - 2007. - 278 с.;
3. Алпысбаева В.О.Ибрагимова Г.М. Технология возделывания чеснока на юго-востоке Казахстана. - 2013. - 25 с.
4. Делянки и схемы посева в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур: Параметры ОСТ 4671-78. - М., 1979. -15 с.;
5. UPOV. Международный союз по защите новых сортов растений. Германия TG 46/3 1976. - С. 11-14. Лук репчатый Allium сера L.;
6. Гончаров П.А., Гончаров Н.П. Методические основы селекции растений. - Новосибирск. - 1993. - 307 с.;
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (картофель, овощные и бахчевые культуры). Выпуск 4.- М.- Колос.-1975. - 183 с.;
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта - М., 1985. - 372 с.

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН *ASTRAGALUS SIVERSIANUM* И *A. BABATAGI* С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА.

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1045

Курбанова Эльвира Рашидовна*Докторант 1 курса отдела органического синтеза и защиты растений, института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова**АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан***Агзамова Манзура Адхамовна***Кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии гликозидов института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова**АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан***Закирова Рано Пулатовна***Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова**АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан*

DEVELOPMENT OF METHODS FOR GERMINATING SEEDS OF *ASTRAGALUS SIVERSIANUM* AND *A. BABATAGI* USING GROWTH REGULATORS

Kurbanova Elvira Rashidovna*PhD doctoral student, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov, ANRUz,**Tashkent, Uzbekistan***Agzamova Manzura Adhamovna***Candidate of chemical sciences, senior researcher, laboratory of glycoside chemistry, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov, ANRUz,**Tashkent, Uzbekistan***Rano Pulatovna Zakirova***Candidate of biological sciences, senior researcher, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov AS RUz,**Tashkent, Uzbekistan.*

АННОТАЦИЯ

Изучение влияния предпосевной обработки в лабораторном опыте скарифицированных семян *Astragalus siversianum* и *Astragalus babatagi* регуляторами роста Учкун плюс и Флораксан показало, что препараты положительно влияют на их энергию прорастания и всхожесть. Было выявлено, что при механическом воздействии на семена *A. Siversianum* с дополнительной обработкой препаратом Учкун плюс энергия прорастания составила 19,3%, всхожесть 22,2%, в варианте с применением Флораксан 16,6% и 18,1%, соответственно. В опыте с семенами *A. babatagi* наилучший результат показал опыт с использованием концентрированной серной кислотой в сочетании Учкун плюс, где энергия прорастания семян составляла 18,4% и всхожесть 19,8%, с применением Флораксана эти показатели составляли 23,2% и 25,4%, а в контроле 11,2% и 13,5% соответственно. При выращивании в полевых условиях максимальное значение наблюдалось в варианте опыта, где химическую обработку считали с замачиванием в растворе Флораксана, энергия прорастания составляла 22,0% и была выше контроля на 12,5%, всхожесть превышала контроль на 15,2%.

ABSTRACT

The study of the effect of pre-sowing treatment of scarified seeds *Astragalus siversianum* and *Astragalus babatagi* with growth regulators Uchkun plus and Floraxan showed that the preparations have a positive effect on their germination energy and germination capacity. It was revealed that under the mechanical action of *A. siversianum* seeds with additional processing with Uchkun plus germination energy was 19.3%, germination rate 22.2%, in the variant with the use of Floraxane 16.6% and 18.1%, respectively. In the experiment with the seeds of *A. babatagi*, the best result was shown by the experiment using concentrated sulfuric acid in combination Uchkun plus, where the seed germination energy was 18.4% and the germination rate was 19.8%, with the use of Floraxan, these indicators were 23.2% and 25.4%, and in the control 11.2 and 13.5%, respectively.

When grown in the field, the maximum value was observed in the variant of the experiment, where chemical processing was combined with soaking in a Floraxane solution, germination energy was 22.0% and was higher than the control by 12.5%, germination exceeded the control by 15.2%.

Ключевые слова: *Astragalus siversianum*, *Astragalus babatagi*, регуляторы роста, Учкун плюс, Флораксан, скарификация, энергия прорастания семян, всхожесть

Keywords: *Astragalus siversianum*, *Astragalus babatagi*, growth regulators, Uchkun plus, Floraxan, scarification, seed germination energy, germination.

Род *Astragalus* - самый крупный в семействе *Fabaceae* и является космополитным, с более чем 2500 видами, сгруппированными в 100 подродов [1,2]. Эти виды распространены в Юго-Западной Азии (самая большая территория с 1000–1500 видами), Китайско - Гималайском регионе (500 видов), Северо-Западной Америке и Южной Америке (с 400-450 и 100 видами соответственно), Европе (133 вида). [3] В Узбекистане этот род представлен 254 видами [4].

Химический состав этого рода особенно богат разнообразными биологически активными веществами, в том числе тритерпеновыми гликозидами с антиоксидантой, кардиотонической и другими видами активностей. К примеру, химический состав *A. siversianum* богат тритерпеновыми соединениями [5]. Одной из важных особенностей растения является его способность накапливать в себе значительное количество селена. Из корней растения *A. babatagi* выделено и идентифицировано четыре соединения: глюкопиранозид β-ситостерина, Циклосиверсиозид А, Циклосиверсиозид В и Циклосиверсиозид С [6].

В настоящее время катастрофически увеличивается количество исчезающих видов. Природные запасы некоторых видов этого рода невелики. Одним из путей увеличения объема заготовок растений, не нанося урон природным популяциям, возможен путем введения их в культуру.

Известно, что семенное размножение многих видов этого рода затруднено из-за твердой оболочки. Для решения этой проблемы

используются различные способы скарификации [7].

Также для повышения всхожести семян широко применяют регуляторы роста растений [8]. В последние годы уделяется большое внимание разработке регуляторов роста растений нового поколения, которые обладают не только ростстимулирующим, но и антистрессовым эффектом. В ряду таких препаратов стоят Оберегъ [9], Лариксин и другие [10]. Среди препаратов такого рода особый интерес представляют Флораксан и Учкун плюс, которые испытывались ранее на других сельскохозяйственных культурах [11,12].

Методы исследования. Объектами исследований были семена растений видов *A. siversianum* (Ташкентская область, село Сижжак) и *A. babatagi* (Сурхандарьинская область, село Бабатар). Семена этих видов были собраны в 2018 году. Для выявления более эффективного способа предпосевной обработки семян *A. siversianum* были заложены следующие варианты способов обработки:

1. Контроль – без обработки;
2. Механическая скарификация + Учкун плюс;
3. Мскарификация + Флораксан;
4. Химическая скарификация + Учкун плюс;
5. Химическая скарификация + Флораксан

Для обработки семян *A. babatagi* следующие варианты:

1. Контроль – без обработки;
2. Химическая скарификация + Учкун плюс;
3. Химическая скарификация + Флораксан

Семена *A. siversianum*, отличаются крупным размером. Поэтому часть семян предварительно обрабатывали наждачной бумагой, часть концентрированной серной кислотой в течение 5-ти минут. Семена *A. babatagi* обрабатывали серной кислотой в течение 2-х мин. После выдержки в кислоте семена тщательно промывались в проточной воде. В последующем этапе семена двух исследуемых видов были замочены в растворах регуляторов роста Учкун плюс в 0,0001% концентрации и Флораксан в 0,00001% концентрации, экспозиция обработки 18 часов [13]. Далее часть семян была разложена в чашки Петри на смоченную фильтровальную бумагу, часть посажена в почву.

Результаты исследований. Лабораторные исследования показали – семена *A. siversianum*, обработанные серной кислотой не взошли (Табл.1).

При механическом воздействии с дополнительной обработкой регуляторами семян *A. siversianum* энергия прорастания при воздействии препаратом Учкун плюс составила 19,3%, всхожесть 22,2%, в варианте с применением Флораксан 16,6% и 18,1%, соответственно. В контроле семена не набухли и не взошли.

Как показали наши исследования, в опыте с семенами *A. babatagi* в вариантах с применением регуляторов роста энергия прорастания и всхожесть превзошли контрольные показатели. Так, наилучший результат показал опыт с использованием концентрированной серной кислоты в сочетании с обработкой Учкун плюс, где энергия прорастания семян составляла 18,4% и всхожесть 19,8%, с применением Флораксана эти показатели составляли 23,2% и 25,4%, а в контроле 11,2% и 13,5% соответственно.

Таблица 1.

Влияние воздействия различных способов обработки семян *A. siversianum* и *A. Babatagi* на их прорастание при выращивании в чашках Петри.

Варианты опытов	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
<i>Astragalus siversianum</i>		
Контроль	-	-
Наждачная бумага + Учкун плюс	19,3±2,57	22,2±2,74
Наждачная бумага + Флораксан	16,6±3,82	18,1±3,36
H ₂ SO ₄ , + Учкун плюс	-	-
H ₂ SO ₄ , + Флораксан	-	-
<i>Astragalus babatagi</i>		
Контроль	11,2±3,25	13,5±2,44
H ₂ SO ₄ , + Учкун плюс	18,4±3,84	19,8±2,79
H ₂ SO ₄ , + Флораксан	23,2±3,56	25,4±2,3

При посеве семян в почву показатели по энергии прорастания и по всхожести были значительно ниже. Семена *A. siversianum* во всех вариантах не взошли (Таблица 2).

Энергия прорастания и всхожести семян *A. babatagi* без обработки (контроль) были очень

низкие и составляли 9,5% и 10,0, соответственно. При воздействии серной кислотой и обработкой препаратом Учкун плюс эти показатели составляли 15,8% и 19,5% и были выше контрольного варианта на 6,3% и 9,5% соответственно.

Таблица 2.

Влияние воздействия различных способов обработки семян *A. siversianum* и *A. Babatagi* на их прорастание при выращивании в полевых условиях.

Варианты опытов	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
<i>Astragalus siversianum</i>		
Контроль	-	-
Наждачная бумага + Учкун плюс	-	-
Наждачная бумага + Флораксан	-	-
H ₂ SO ₄ , + Учкун плюс	-	-
H ₂ SO ₄ , + Флораксан	-	-
<i>Astragalus babatagi</i>		
Контроль	9,5±1,67	10,0±1,45
H ₂ SO ₄ , + Учкун плюс	15,8±1,8	19,5±1,71
H ₂ SO ₄ , + Флораксан	22,0±1,7	25,2±2,0

Максимальное значение наблюдалось в варианте опыта химической обработкой с замачиванием Флораксан, где энергия прорастания составляла 22,0% и была выше контроля на 12,5%, всхожесть – 25,2% и привышала контроль на 15,2%.

Таким образом нами было выявлено, что наиболее эффективным способом обработки

семян является сочетание химической обработки с дополнительным замачиванием семян регуляторами роста растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boissier P.E. Vol. 2. Genevaeet Basileae: Bibliopola; Flora Orientalis: Sive,

enumeratioplantarum in Oriente a Graecia et Aegyptoad Indiae fines hucusque observatarum; p. 1872.

2. Chaudhary LB, Rana TS, Anand KK. Current status of the systematics of Astragalus L. (Fabaceae) with special reference to the Himalayan Species in India. *Taiwania*. 2008;53:338–55

3. Heywood VH, Ball PW. *Flora Europea*. In: Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Mooze DM, Valeutine DH, Walters SM, editors. Cambridge: Cambridge University Press; p. 1972.

4. Камелин Р.В. *Astragalus L.* – Астрагал // Определитель растений Средней Азии. Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1981. Т. 6. С. 70–211.

5. Iskenderov D.A., Keneshov B.M., Isaev M.I. Triterpene glycosides from *Astragalus* and their genins. LXXVI. Glycosides from *A. sieversianus*. 2008. *Chem. Nat. Compd.* 44(3):319-323.

6. Isaev M.I., Gorovits M.V., Abubakirov N.K. Triterpenovye glycosides *Astragalus* and their genins. XVIII. Cycloartanes *Astragalus babatagi* // *Chemistry of Natural Compounds*, 1988. - №6. - P.880-882.

7. Николаев М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985 - 348 с.

8. Колмыкова Т.С., Лукаткин А.С., Духовский П., Куликова Н.Н. Эффект препарата Силк в условиях температурного и водного стрессов на растения томата // *Сельскохозяйственная биология*. 2012, № 1. С.86-92.

9. Кульнев А.И., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений. Сб.тр. – Пушкино, 1994, с. 100.

10. Чекуров В.М., Сергеева С.И. Новые регуляторы роста // *Защита и карантин растений*, 2003, № 3, с. 13-15.

11. Курбанова Э.Р., Закирова Р.П., Спиридонов Ю.Я., Халиков С.С., Чкаников Н.Д. Влияние регулятора роста Флораксан на рост, развитие и урожайность хлопчатника // *Агрохимия*. – М., 2019. - № 6. С.27-33.

12. Закирова Р.П., Курбанова Э.Р., Хидирова Н.К. Эффективность композиции биостимулятора Учкун плюс на культуре хлопчатника // *Агрохимия*. – М., 2020. - № 5. С. 26.

13. Ракитин Ю.В. и Рудник В.Е. – «Первичная биологическая оценка химических соединений в качестве регуляторов роста и гербицидов, Л, Наука 1966.- с. 182-197.

ИЗУЧЕНИЕ РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА *DATURA STRAMONIUM* В ПОСЕВАХ ХЛОПЧАТНИКА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1044

Курбанова Эльвира Рашидовна

Докторант 1 курса отдела органического синтеза и защиты растений, института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

Бобаев Исомиддин Давронович

Доктор химических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии гликозидов института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

Махмудова Мархабохон Мухамаджановна

Младший научный сотрудник лаборатории химии гликозидов института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

Закирова Рано Пулатовна

Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г.Ташкент, Узбекистан

STUDY OF REGULATORY ACTIVITY OF *D. STRAMONIUM* WATER EXTRACT IN COTTON CROPS

Kurbanova Elvira Rashidovna

PhD doctoral student, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov, ANRUz, Tashkent, Uzbekistan.

Bobaev Isomiddin Davronovich

Doctor of Chemical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Glycoside Chemistry, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov, ANRUz, Tashkent, Uzbekistan.

Mahmudova Marhabohon Mmuhamadjanovna

Junior Employee of the Laboratory of Glycoside Chemistry Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov, ANRUz, Tashkent, Uzbekistan. marhabo2408@gmail.com

Rano Pulatovna Zakirova

*Candidate of biological sciences, senior researcher,
department of organic synthesis and plant protection,
Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov AS RUz,
Tashkent, Uzbekistan.*

АННОТАЦИЯ

Изучено влияние водного экстракта *Datura stramonium* на всхожесть и энергию прорастания, на рост и развитие, а также урожайность растений хлопчатника. Полученные данные показали, что водный экстракт улучшал всхожесть семян на 6,9% и энергию прорастания на 5,5%. Усилился рост главного стебля, ускорилось наступление фазы бутонизации, цветения и созревания коробочек, повысились темпы раскрытия коробочек на 5-6 дней. Обработка семян хлопчатника опытным экстрактом способствовало повышению урожая на 1,2 ц/га.

ABSTRACT

The effect of the aqueous extract of *Datura stramonium* on the germination and vigor of germination, on the growth and development, and also on the yield of cotton plants has been studied. The data obtained showed that the aqueous extract improved seed germination by 6.9% and germination energy by 5.5%. The growth of the main stem has increased, the onset of the budding phase, flowering and ripening of bolls has accelerated, the rate of opening of bolls has increased by 5-6 days. Treatment of cotton seeds with an experimental extract contributed to an increase in yield by 1.2 centners / hectare.

Ключевые слова: *D.stramonium*, водный экстракт, рострегулирующая активность, хлопчатник, всхожесть, рост, развитие, урожайность

Keywords: *D.stramonium*, aqueous extract, growth-regulating activity, cotton, germination, growth, development, productivity

В практике растениеводства для ускорения роста и цветения, улучшения хозяйственно-ценных свойств, повышения декоративности, защиты растений от вредителей и болезней используют различные препараты (химические и микробиологические стимуляторы), которые могут являться и протекторами, повышающими резистентность растительного организма [1-3]. Для получения раннего и гарантированного урожая необходимо применять специальные регуляторы роста. Применение регуляторов роста в хлопководстве имеет определенные цели – это ускорение всхожести проростков, хорошее развитие молодых растений, увеличение количества завязей, цветков, и, в конечном итоге плодоорганов. Все эти процессы, по фазам развития, хорошо сочетаются, с ускорением созревания урожая, что немаловажно для хлопкоробов. Так же применение регуляторов роста способствуют получению хороших и дружных всходов, ускорению всех ростовых процессов, в том числе завязываемости плодов, что способствует увеличению урожая хлопка – сырца.

В зарубежных странах использование подобных препаратов нацелено на получение урожая заданного количества и качества. Так известный препарат Циркон - гидроксикоричная кислота, выделенная из эхинацеи, обладает высокой рострегулирующей, иммуностимулирующей активностью, а также в стрессовых условиях препарат способствует восполнению недостающих биологических активных соединений иммуномодулирующего и адаптагенного характера [4]. Во многих странах мира ведутся исследования природы регуляторного действия биологически активных веществ на растениях хлопчатника. В практике хлопководства узбекскими учеными была проведена большая работа по изучению влияния регуляторов роста на

растение хлопчатника [5,6]. В нашем Институте химии растительных веществ им. акад. С.Ю.Юнусова АН Республики Узбекистан создан такой биостимулятор роста растений как Учкун [7].

D.stramonium L (сем. *Solanaceae*) - Однолетнее травянистое растение, обладающее неприятным запахом, высотой достигает до 1-1,2 м [8]. Растение широко используется в народной медицине при лечении психических и нервных заболеваний, при ревматизме, одышке и т.д. Растение является хорошим источником витастероидов – соединений обладающих противовоспалительной активностью [9].

Целью работы являлось изучение возможности использования водного экстракта *D.stramonium*, являющегося отходом после извлечения витастероидов, на рост, развитие и урожайность хлопчатника в условиях мелкоделяночного опыта Ташкентской области.

Высушенные и измельченные листья *D.stramonium* экстрагировали метанолом при комнатной температуре. После упаривания растворителя экстракт концентрировали и разбавляли равным объемом воды. Водную часть последовательно экстрагировали гексаном, хлороформом, этилацетатом, затем н-бутанолом. Остаток водной части сгущали и получили смолообразную густую коричневую массу. Густой водный экстракт, являющимся отходом после извлечения витастероидов, испытали на ростостимулирующую активность.

Исследования водного экстракта *D.stramonium* проводились в ф/х «Айдарова Айнура Агро» Урта-Чирчикского района Ташкентской области на хлопчатнике сорта Султон. В лабораторных условиях отобрана оптимальная концентрация [10]. Экстракт испытывался методом предпосевной обработки семян хлопчатника в 0,0001 %. В контрольном варианте семена не обрабатывались.

В качестве эталона взяли препарат Учкун. Препарат Учкун зарегистрирован в списке разрешенных препаратов Республики Узбекистан.

Посев был проведен по схеме:

1. Контроль-семена без обработки;
2. Замачивание семян в 0,0001% водного экстракта *D.stramonium*;
3. Замачивание семян в 0,0001% препарата Учкун

Опыт был заложен 29 апреля 2019 года. Размер опытной деланки 25 кв. метров. Почва – типичный серозем с высоким залеганием грунтовых вод 6-7м, по механическому составу средне-болотистые. До посевная обработка включала ранневесеннее боронование зяби бороной зиг-заг, боронование и малование. Предшественник хлопчатник. Подготовка почвы и уход за посевами осуществлялись в соответствии с рекомендациями по возделыванию культуры хлопчатника. Учеты и

наблюдения полевой всхожести хлопчатника, а также высоты главного стебля, динамики ветвления, появление бутонов, цветков, коробочек и их созревание проводили согласно методике полевых и вегетационных опытов с хлопчатником [11].

Полученные результаты исследований роста и развития хлопчатника обрабатывали методом дисперсионного анализа по компьютерной программе Origin. Pro. 7.5. [12].

Результаты и их обсуждение

В результате исследований было установлено, что экстракт *D.stramonium* способствовал ускорению роста и развитию растений. Опытный вариант улучшал энергию прорастания семян на 5,5% и полевую всхожесть на 6,9%, тогда как в эталоне эти показатели составляли 7,1% и 7,6 относительно контроля.

Таблица №1.

Влияние водного экстракта *D.stramonium* на энергию прорастания, всхожесть и рост хлопчатника.

Варианты опыта	Норма расхода	Энергия прорастания на 7-й день, %	Всхожесть на 14-й день, %	Высота растений на 21-й день, см
Контроль (б/о)	б/о	60,4	88,2	11,2
Учкун (эталон)	0,0001%	67,5	95,8	13,8
<i>D.stramonium</i> в.э.	0,0001%	65,9	95,1	13,2

Так, через 14 дней после посева в опытном варианте были получены дружные всходы. Высота растений в данный период варьировала в пределах от 13,2–13,8 см.

В дальнейшем изучали влияние водного экстракта *D.stramonium* на рост и развитие растений в последующие фазы вегетации. Также учитывали количество симподиальных ветвей, цветков, бутонов и сформировавшихся коробочек.

Таблица 2.

Влияние водного экстракта *D.stramonium* на рост, развитие и плодообразования хлопчатника.

Вариант	Норма расхода	Высота растений, см	Кол-во цветков, шт.	Кол-во коро-бочек, шт.	Кол-во бутонов, шт.	Общее кол-во плодоз-элементов, шт.
8.08.2019						
Контроль	б/о	51,2	0,6	3,7	2,4	6,7
Учкун (эталон)	0,0001	57,8	0,8	5,2	5,9	11,9
<i>D.stramonium</i> в.э.	0,0001	55,1	1,3	4,8	3,1	9,2
26.08.2019						
Контроль	б/о	59,6	0,9	4,8	4,4	10,1
Учкун эталон	0,0001	70,1	1,1	7,7	5,2	14,0
<i>D.stramonium</i> в.э.	0,0001	67,7	1,2	6,3	5,8	13,3

Из таблицы 3 видно, что высота растений 8 августа заметно отличалась от контрольного варианта на 3,9 см, а 26 августа на 8,1 см. В эталонном варианте растения были выше контроля на 6,6 и 10,5 см соответственно *D.stramonium* самое главное увеличивает образование плодозэлементов.. На 8 августа в опытном варианте водного экстрактом наблюдалось общее количество

плодозэлементов -9,2 шт/раст., в контроле -6,7 шт/раст., а в эталонном варианте 11,9 шт/раст. На 26 августа общее число плодозэлементов увеличилось и составило в опытном варианте -13,3 шт/раст., в контроле – 10,1 шт/раст., и в эталоне – 14,0 шт/раст. соответственно. Фенологические учеты и наблюдения показали, что *D.stramonium* существенно влиял на рост, развитие и

продуктивность хлопчатника, вследствие чего увеличивал урожай хлопка-сырца.

Таблица 3.

Влияние растительным экстрактом *D.stramonium* на урожайность растений хлопчатника.

Вариант	Норма расхода	Урожай по повторностям, ц/га				Средний урожай, ц/га	Отклонение от контроля, ц/га
		I	II	III	IV		
Контроль	б/о	24,7	26,1	25,2	26,3	25,5	---
Учкун (эталон)	0,0001	28,2	27,4	28	27,9	27,8	2,3
<i>Datura stramonium</i> в.э.	0,0001	25,9	26,8	27,1	27	26,7	1,2

$S_x=0,29$ НСР_{0,5}=0,88

Так, из таблицы 4 следует отметить, что под влиянием *D.stramonium* была получена прибавка урожай хлопка-сырца, которая составила в среднем по повторностям 26,7 ц/га. Метод предпосевного увлажнения семян в опытном варианте дал прибавку относительно контроля на 1,2 ц/га. Эталон был выше контроля, где составил 27,8 ц/га, а прибавка урожая составила - 2,3 ц/га. Средний урожай в контроле составил 25,5 ц/га.

Выводы

Проведенные полевые мелкоделяночные опыты показали, что обработка семян 0,0001% концентрацией водного экстракта *D.stramonium* позволила повысить всхожесть семян на 6,9%, увеличить количество плодоеlementов на 13,3 шт/раст. Средний урожай составил 26,7 ц/га, это дало прибавку на 1,2 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ступин А.С. Использование регуляторов роста растений // В сборнике: Юбилейный сборник научных трудов студентов, аспирантов и преподавателей агроэкологического факультета, посвященный 110-летию со дня рождения профессора Травина И.С. Рязань, 2010. С. 150-152.
2. Шаповалов А.А., Зубкова Н.Ф. Отечественные регуляторы роста растений // Агрехимия. 2003. № 11. С. 33-47.
3. Усова К.А., Белопухов С.Л. Обзор регуляторов роста растений, применяемых на цветочно-декоративных культурах // Материалы

XXXIX Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава «Инновационный путь развития АПК». Ярославль, 2016. С. 121-124.

4. Малеванная Н.Н. Препарат циркон-иммуномодулятор нового типа. Тез. докл. научно-практ. конф. «Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции». - М. 2004, с. 17-20

5. Имамалиев А.И. Регуляторы роста растений. Т.: Узбекистан, 1965.-35с.

6. Мадраимов У.Н. Изучение влияния кремнеорганических соединений на хлопчатник. // Краткий научный отчет по хлопководству. – Ташкент, 1982.-С. 149-163.

7. Шахидоятов Х.М., Хидирова Н.К., Маматкулова и др. Пат. РУз № ИРА 04589 от 06.11.2012. Способ получения биостимулятора. Свид-во № 1 а 522 от 06.04.2012 г.

8. Определитель растений Средней Азии. – Ташкент: - Фан. - 1987. - Том. 9. - С. 187.

9. Khan L.A., Khan A.Q. /A medicinal study on *Datura* (*Datura stramonium* Linn) Solanaceae.-Nagarjun.-1984.P.145-147.

10. Ракитин Ю.В. Методы определения регуляторов роста и гербицидов.- М.; Л.: Изд-во «Наука», 1966.- С.197.

11. Рекомендации МСХ, САО ВАСХНИЛ, НПО «Союзхлопок». Ташкент, 1984. С. 62-65.

12. Origin Pro v7.5 and Statistics 7.0, Scientific graphing and analysis software. 2009.

УДК 631.82.630.11(476.24)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИЛЕГАЮЩИХ АГРОЛАНДШАФТОВ МАРТУНИНСКОГО РЕГИОНА РА

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1047

Галстян М.А.

Директор исследовательского центра «Органического сельского хозяйства и экологии» НАУА, профессор кафедры «Лесоводство и агроэкология», доктор с/х наук

Саркисян К.Ш.

Доцент кафедры «Лесоводство и агроэкология», кандидат биологических наук

Матевосян Л.Г.

Преподаватель кафедры «Лесоводство и агроэкология» НАУА, кандидат с/х наук

Гарибян П.А.

Студент 4 курса по специальности «Агроэкология» НАУА НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF THE FOREST ECOSYSTEM ON THE PRODUCTIVITY OF THE ADJACENT AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE MARTUNI REGION OF RA

Galstyan M.H.

*Director of the Research Center "Organic Agriculture and Ecology" of the NAUA,
Professor of the Department of Forestry and Agroecology, Doctor of Agricultural Sciences*

Sargsyan K.Sh.

*Docent of the Department of Forestry and Agroecology,
Candidate of Biological Sciences*

Matevosyan L.G.

*Lecturer of the Department of "Forestry and Agroecology" NAUA,
candidate of agricultural sciences*

Gharibyan P.A.

*4th year student in the specialty "Agroecology" NAUA
NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY OF ARMENIA*

АННОТАЦИЯ

Исследованиями установлено, что при проведении одинаковых агротехнических мероприятий, чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже их урожайность.

Расчетами экономической эффективности также выявлено, что под влиянием лесной экосистемы продуктивность агроэкосистем была самой высокой при удалении от края леса на расстоянии до 300 м, при котором урожайность озимой пшеницы составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания зерна с гектара - 235500 драм, картофеля - 912000 драм и капусты – 980,0 драм. На расстоянии 1000-1050 м от края леса экономическая эффективность от выращивания с/х культур практически сводится к нулю.

Исследованиями обосновано, что при основании защитных лесополос следует их располагать на расстоянии не более чем 600 м, при котором лесополоса будет наиболее благоприятно воздействовать на стабильность агроэкосистем и повысит их продуктивность.

SUMMARY

The investigations have disclosed that in case of applying the same agro-technical measures the closer the agro-ecosystem is located to the forest ecosystem, the higher the yield capacity of the cultivated agricultural crops is, and vice versa; the farther the agro-ecosystem is, the lower the yield capacity is.

The estimations of economic efficiency have shown that under the influence of forest ecosystem, the productivity of the agro-ecosystem was the highest at a distance of 280 m from the forest edge, where the triticale yield capacity made 45,6 c/ha, while the economic efficiency of tomato cultivation per hectare made 235500 AMD, potato – 912 000 AMD and that of the cabbage– 980000 AMD. While at a distance of 1000-1050 m from the forest edge the economic efficiency of the cultivated agricultural crops was practically reduced to zero.

The studies have proved that when establishing afforestation belts they should be located at a distance of no more than 600 m, where the forest belts will have more favorable effect on the sustainability of the agro-ecosystems and will increase their productivity.

Ключевые слова: лесная экосистема, агроландшафт, продуктивность, экономическая эффективность, оценка

Keywords: forest ecosystem, agro-landscape, productivity, economic efficiency, evaluation

Введение. В агроэкологических системах постоянно происходят изменения природной среды под воздействием ветровой и водной эрозии, орошения загрязненной водой, использования минеральных удобрений и пестицидов, загрязнения почвы химическими веществами, уплотнения почвы, сокращения видового состава флоры и фауны и других факторов [5, 6, 7].

В сельскохозяйственных системах необходимо проводить такие научно обоснованные мероприятия, которые обеспечат их нормальную деятельность, циркуляцию питательных веществ и потока энергии, а также повысят их стабильность и производительность. С этой целью всегда необходимо учитывать взаимосвязь структурных элементов агроландшафтов, характер и особенности их взаимодействия, изучать те возможные изменения, которыми обуславливаются

функционирование и уровень производительности данной системы.

Защитные лесонасаждения, наряду с другими мероприятиями, защищают почву от эрозии, улучшают водный режим территории, ослабляют негативные последствия засухи и систематически дующих ветров, способствуют нормальному росту и развитию с/х культур. Следовательно, любое исследование, проводящееся с целью выявления взаимосвязи между лесной системой и агроэкосистемой, в частности выявления изменений у с/х культур под воздействием лесной системы, и выяснения влияния лесонасаждений на производительность агроценозов является весьма важным, актуальным и соответствует требованиям охраны окружающей среды и развития сельского хозяйства республики.

Результаты исследований, проведенных в разных странах, показывают, что защитные лесонасаждения являются мощной и незаменимой защитной мерой агроэкосистем от водной и ветровой эрозии, засухи, суховея, а также от негативного воздействия систематически дующих ветров, способствуют накоплению снега на полях и улучшению водного режима территорий, создают благоприятный микроклимат и повышают урожайность с/х культур. Установлено, что при проведении лесомелиоративных работ в агроэкосистемах урожайность зерна увеличивается на 3-4, многолетних трав – на 5-8, зеленой массы кукурузы – на 45-80 и сахарной свеклы и овощей – на 40-60 ц/га [1, 2, 4].

В условиях горного земледелия Республики Армения каждый процент влаги, содержащийся в почве, обеспечивает получение дополнительного урожая с гектара - зерна на 1,0-1,5 ц и сена на 3-4 ц. Исследованиями, проведенными в Иджеванском, Апаранском, Гугаркском и Ноемберянском регионах установлено, что на окруженных лесонасаждениями территориях ежегодно собирают на 5-6 ц больше урожая зерна и 8-10 ц сена с гектара, чем с незащищенных лесонасаждениями территорий [8, 9, 10].

Согласно расчетам Э.М. Айрапетяна [1], в Варденисском регионе в общинах, расположенных на Масрикском плато, из-за засухи и осыпания созревших зерен под влиянием ветров ежегодно теряется 2,0-2,5 тыс. т зерна, а сена собирается на 750-800 т меньше. В общинах, расположенных на южных склонах Севанского горного хребта того же

региона, вследствие эрозии почв получается на 1000 т меньше урожая зерна [1, 3, 4].

Учитывая актуальность вышеотмеченного, мы поставили перед собой задачу изучить и оценить воздействие лесной системы на урожайность сельскохозяйственных культур, возделываемых в прилегающих агроэкосистемах, в зависимости от удаленности места выращивания от лесной системы и определить экономическую эффективность этого воздействия.

Материал и методика. Исследования были проведены в 2019-2020 гг. в агроэкосистеме общины Н.Геташен, прилегающей к лесной системе Мартуни. Были отобраны 3 сельскохозяйственные культуры (озимая пшеница, картофель, капуста), которые выращивались в одинаковых агротехнических условиях на территории одной и той же общины, но на разных расстояниях от края леса - 280-300, 560-600 и 1000-1050 м. Рассчитана экономическая эффективность воздействия лесной системы на урожайность с/х культур. При этом стоимость урожая возделываемых культур определена с учетом рыночных цен, действующих на данный период.

Результаты исследования. Изучая влияние леса лесничества Мартуни, Мартунинского лесного хозяйства, расположенного рядом с общиной Нижний Геташен, на урожайность культур, выращиваемых на ее территории, было выявлено, что на разных расстояниях от лесополосы в одинаковых почвенных условиях и проведении одних и тех же агротехнических мероприятий культивируемые с/х культуры обеспечивают неодинаковую урожайность (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от расстояния до лесополосы, ц/га

С/х культуры	Урожайность в зависимости от расстояния до лесополосы			Средняя урожайность с/х культур, возделываемых в общине
	280-300 м	560-600 м	1000-1050 м	
1. Озимая пшеница	45,6	38,2	29,9	30,4
2. Картофель	296,0	261,0	220,0	226,0
3. Капуста белокочанная	492,0	443,0	394,0	405,0

Как видно из данных таблицы 1, если от озимой пшеницы, картофеля и капусты, выращенных на расстоянии 280-300 м от края леса, получено соответственно 45,6, 296 и 492 ц/га урожая, а от выращиваемых в том же направлении, но на расстоянии 560-600 м от края леса упомянутых культур получено соответственно 38,2, 261 и 443 ц/га, то при возделывании на расстоянии 1000-1050 м от края леса урожайность этих культур составила: озимой пшеницы – 29,9 ц/га, картофеля - 220 ц/га и капусты - 394 ц/га.

Если условно принять расстояние 280-300 м от лесополосы как I зону, 560-600 м - II зону и 1000-1050 м - III зону, то, согласно данным таблицы, можно утверждать, что сельскохозяйственные культуры, выращенные в I зоне, по сравнению с выращенными во II зоне обеспечили более высокий урожай. Так, от озимой пшеницы получено на 23,9

%, картофеля - на 16,4 % и капусты - на 27,2 % больше урожая. От культур же, выращенных в I зоне, по сравнению с выращенными в III зоне также получено больше урожая – от пшеницы на 39,6 %, картофеля - на 31,3 % и капусты - на 32,8 %, т.е. чем дальше место возделывания с/х культур от лесополосы, тем ниже их урожайность.

Приведенные данные еще раз подтверждают, что лесная экосистема, в данном случае леса лесничества Мартуни, Мартунинского лесного хозяйства, расположенные по соседству с общиной Н.Геташен, сыграли роль защитного лесонасаждения, смягчая негативные воздействия ветра, засухи и суховея на культуры, выращиваемые в прилегающих агроэкосистемах, создавая благоприятный климат способствовали нормальному росту и развитию этих культур, в результате чего увеличению их урожайности.

Исследованиями также доказано, что чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже их урожайность.

Таким образом, нашими исследованиями выявлено благоприятное влияние лесной экосистемы на производительность агроэкосистем, которое ослабляется или исчезает на расстоянии около 560-600 м. Эти результаты позволяют нам сделать вывод, что при создании полезащитных лесополос их расстояние до места возделывания с/х

культур не должно превышать 560-600 м, которое позволяет сохранить благоприятное влияние лесополосы - защищать почвы от эрозии и создавать микроклимат, а также положительно влиять на стабильность агроэкосистем и повышать их производительность.

В рамках исследования нами также рассчитана экономическая эффективность влияния лесных экосистем Мартуни на производительность агроэкосистем общины Н.Геташен (по показателям урожайности озимой пшеницы, картофеля и капусты), (табл. 2).

Таблица 2

Экономическая эффективность урожайности с/х культур с гектара под влиянием лесополосы, расположенной на различном расстоянии от места возделывания с/х культур

С/х культуры	Урожайность по зонам, ц/га			Получено дополнительно урожая по сравнению с III зоной, ц/га		Стоимость	Всего получено прибыли, тыс. драм	
	I	II	III	I	II		I	II
1. Озимая пшеница	45,6	38,2	29,9	15,7	8,3	150	235,5	124,5
2. Картофель	296,0	261,0	220,0	76,0	41,0	120	912,0	492,0
3. Капуста белокочанная	492,0	443,0	394,0	98,0	49,0	100	980,0	490,0

При проведении расчетов влияния лесных экосистем на продуктивность агроэкосистем общины Н.Геташен в качестве контроля была принята урожайность с/х культур, возделываемых на расстоянии 1000-1050 м от лесной системы, поскольку на таком расстоянии лесная экосистема практически не оказывает какого-либо влияния на урожайность этих культур (показатели урожайности на данной территории даже были ниже, чем средняя урожайность этих же культур, выращенных на территории общины) (табл. 1).

Затем от показателей урожайности с/х культур, выращенных на территориях I и II зон, вычитывались показатели урожайности с/х культур, выращенных в контрольной зоне и только потом умножались на рыночные цены полученной продукции, принятые на данной территории (цена 1 кг зерна 150 драм, картофеля - 120 драм, капусты - 100 драм). После этого на основании полученных урожая и прибыли определяли влияние лесных экосистем на производительность агроэкосистем.

Как видно из данных таблицы 2, производительность агроэкосистем под влиянием лесной системы была самой высокой при удаленности от края леса на расстоянии до 300 м, при котором урожайность озимой пшеницы составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания зерна с гектара - 235500 драм, картофеля - 912000 драм и капусты - 490,0 драм.

По мере увеличения расстояния от края леса до сельскохозяйственной экосистемы уменьшается благоприятное влияние леса на эти системы, а следовательно снижается и экономическая эффективность выращивания с/х культур. Так, на расстоянии 1000-1050 м положительное влияние лесной экосистемы на урожайность выращиваемых с/х культур практически сводится к нулю, следовательно нет и прибыли.

Заключение

Обобщая результаты проведенных исследований, мы пришли к следующим основным выводам.

Леса Мартуни, Мартунинского лесничества, прилегающие к общине Н.Геташен, выполняют роль защитных лесонасаждений для выращиваемых в окрестных агроэкосистемах с/х культур и, создавая благоприятный микроклимат, способствуют их нормальному росту и развитию, тем самым повышают урожайность с/х культур.

При проведении одинаковых агротехнических мероприятий, чем ближе агроэкосистема расположена к лесной экосистеме, тем выше урожайность выращиваемых с/х культур, и наоборот, чем дальше агроэкосистема от лесной системы, тем ниже урожайность с/х культур.

Благоприятное влияние лесной экосистемы на продуктивность агроэкосистем ослабевает и почти исчезает на расстоянии 600 м от леса, а на расстоянии около 1050 м от края леса его положительное влияние на агроэкосистемы практически приравнивается к нулю.

Расчетами экономической эффективности выявлено, что под влиянием лесной экосистемы продуктивность агроэкосистем была самой высокой при удалении от края леса на расстояние до 300 м, при котором урожайность зерна составила 45,6 ц/га, а экономическая эффективность выращивания озимой пшеницы с гектара - 235,5 драм, картофеля - 912000 драм и капусты - 490000 драм. По мере увеличения расстояния от края леса до сельскохозяйственной экосистемы уменьшается благоприятное влияние леса на эти системы, а следовательно снижается и экономическая эффективность выращивания с/х культур. На расстоянии 1000-1050 м положительное влияние лесной экосистемы практически сводится к нулю.

На основании полученных результатов предлагается:

При закладке защитных лесополос следует их располагать на расстоянии не более чем 600 м, при котором лесополоса будет наиболее благоприятно воздействовать на устойчивость агроэкосистем данной территории и повысит их продуктивность.

Библиография

1. Айрапетян Э.М., Ширинян А.В. Агрэкология.- Ереван: Астхик, 2003.- 407 с.

2. Галстян М.А., Матевосян Л.Г., Караханян К.А., Матевосян С.А. Оценка влияния лесной экосистемы Зикатар на продуктивность прилегающих агроландшафтов. Мат. XX междунаучно-практич. конф. – Пенза, 2020, с. 47-51.

3. Гулиджанян А.А. Дендробиоразнообразие Северо-Восточной Армении и динамика изменения биомассы наиболее ценных видов.- Институт ботаники НАН РА, Автореф. докт. дисс.- Ереван, 2009.- 42 с.

4. Мацакян В. Основные сообщества верхней зоны леса Гугарского региона Лорийского марза

РА и их взаимосвязь // Биологический журнал Армении.- 2010, № 2.- С. 24-30.

5. Мелкумян Л.С., Галстян М.А. Основы охраны окружающей среды: Учеб. пособие.- Ереван: «Зангак-97», 2010.- 312 с.

6. План управления лесами, филиал «Ноемберянский лесхоз», ГНКО «Айантар» Министерства сельского хозяйства РА. - Ереван, 2008. - 183 с.

7. План управления лесами, филиал «Иджеванский лесхоз», ГНКО «Айантар» Министерства сельского хозяйства РА - Ереван, 2005. - 155 с.

8. Хуршудян А.П. Рабочий проект по трансформации выделенных однородных лесных насаждений на территориях Ноемберянского и Гугарского лесных хозяйств ГНКО «Айантар».- Ереван, 2012.- 118 с.

9. <http://hayantar.am/sites/default/files/management-plans/noyemberyan-mp.pdf>.

10. www.Tawush.mtad.am

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА НА МИКРОБИОЦЕНОЗ КИШЕЧНИКА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1039

Орлова Татьяна Николаевна

Научный сотрудник,

ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»,

г. Барнаул

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты исследований, направленные на изучение влияния пробиотического препарата «Пропионовый» на количественный и качественный состав кишечного микробиоценоза цыплят-бройлеров. Микрофлора пробиотика представлена многоштаммовой культурой пропионовокислых бактерий вида *Propionibacterium freudenreichii spp.*, являющихся сильными антагонистами относительно условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Данный препарат имеет жидкую форму, поэтому входящие в его состав пробиотические микроорганизмы находятся в активном состоянии и начинают действовать непосредственно после попадания пробиотика в организм птицы, тем самым повышая эффективность его воздействия на собственную микрофлору желудочно-кишечного тракта. Объектом исследования в нашей работе являлись цыплята-бройлеры в возрасте от 30 до 40 дней. Для проведения опыта по методу групп-аналогов были сформированы контрольная и опытная группы по 10 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 10 дней. В период всего опыта цыплята обеих групп получали идентичные полнорационные комбикорма, соответствующие по составу и питательной ценности их возрасту. Разница между группами состояла в том, что птица опытной группы дополнительно в составе рациона получала пробиотик, суточная доза которого составила 3,9 мл на голову. По прошествии 10 дней от каждой птицы был произведен забор помёта, который в дальнейшем был подвергнут бактериологическому анализу. По итогам опыта было выявлено, что применение препарата «Пропионовый» в опытной группе оказало стимулирующее воздействие на количество лакто- и бифидобактерий и одновременно снизило содержание *Escherichia coli spp.* и *Clostridium spp.* в толстом кишечнике, тем самым способствуя поддержанию баланса микрофлоры в норме.

ABSTRACT

The results of research aimed at studying the effect of the probiotic preparation "Propionic" on the quantitative and qualitative composition of the intestinal microbiocenosis of broiler chickens are presented. The probiotic microflora is represented by a multi-strain culture of propionic acid bacteria of the species *Propionibacterium freudenreichii spp.*, which are strong antagonists relative to conditional-pathogenic and pathogenic microflora. This preparation has a liquid form, so the probiotic microorganisms included in its composition are in an active state and begin to act immediately after the probiotic enters the bird's organism, thereby increasing the effectiveness of its effect on its own microflora of the gastrointestinal tract. The object of research in our work was broiler chickens aged from 30 to 40 days. To conduct the experiment using the method of analog groups, control and experimental groups of 10 heads each were formed. The duration of the experiment was 10 days. During the entire experiment, the chickens of both groups received identical full-fledged compound feeds

corresponding in composition and nutritional value to their age. The difference between the groups was that the poultry of the experimental group additionally received a probiotic as part of the diet, the daily dose of which was 3.9 ml per head. After 10 days, the litter was collected from each bird, which was later subjected to bacteriological analysis. Based on the results of the experiment, it was found that the use of the preparation "Propionic" in the experimental group had a stimulating effect on the number of lacto- and bifidobacteria and simultaneously reduced the content of *Escherichia coli spp.* and *Clostridium spp.* in the large intestine, thereby helping to maintain the balance of microflora in the norm.

Ключевые слова: птицеводство, кормление, сельскохозяйственная птица, цыплята-бройлеры, пробиотический препарат, пробиотик, пропионовокислые бактерии, кишечная микрофлора.

Key words: poultry farming, feeding, poultry, broiler chickens, probiotic preparation, probiotic, propionic acid bacteria, intestinal microflora.

Введение. Роль кишечной микрофлоры для нормального функционирования организма животных и птиц огромна. Здоровая микробная популяция ЖКТ обеспечивает нормальное протекание пищеварительных процессов, повышает усвоение питательных веществ корма, что в конечном итоге отражается на продуктивности сельскохозяйственных животных и птиц [1].

Основными представителями кишечной микрофлоры не только птиц, но и других сельскохозяйственных животных, являются бифидобактерии, лактобактерии, пропионовокислые бактерии, кишечная палочка, клостридии и некоторые другие. Условно-патогенные микроорганизмы (кишечная палочка и клостридии) всегда присутствуют в составе микрофлоры ЖКТ, но важно, чтобы их количество не выходило за допустимые границы и не превышало по численности полезные бактерии [2].

Заселение микрофлоры птицы начинается с момента её вывода. Источниками микроорганизмов, пополняющих популяцию ЖКТ птицы, являются прежде всего воздух, вода, корм, а также рабочий персонал. Общая численность микроорганизмов и соотношение разных групп бактерий варьирует в зависимости от ряда причин: возраста птицы, состава комбикормов, физиологического состояния и т.д. [3].

Заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), связанные с нарушением баланса микрофлоры в сторону условно-патогенной микрофлоры, являются достаточно распространённой проблемой в птицеводстве, особенно при выращивании цыплят-бройлеров. Это связано с тем, что у молодняка птицы микрофлора ЖКТ еще не успела полностью сформироваться и даже незначительные негативные факторы могут вывести её из равновесия [1, 3].

Пробиотики могут изменить динамику микробной популяции ЖКТ в положительную сторону вследствие изменения баланса полезной и вредной микрофлоры. Применение пропионовокислых бактерий в качестве пробиотических культур способствует увеличению популяции лакто- и бифидобактерий за счёт продуцирования ими специальных белковых соединений, витаминов и аминокислот, стимулирующих рост собственной пробиотической микрофлоры ЖКТ [4, 5]. Снижение количества

условно-патогенной микрофлоры происходит благодаря образованию пропионовокислыми бактериями антимикробных веществ (бактериоцинов) и пропионовой кислоты, которая снижает активную кислотность внутри кишечника, тем самым создавая неблагоприятные условия для развития вредной микрофлоры [6, 7].

В связи с этим применение пробиотиков на основе пропионовокислых бактерий в рационах сельскохозяйственной птицы является актуальным направлением.

Цель работы состояла в изучении влияния пробиотического препарата «Пропионовый» на состав кишечной микрофлоры цыплят-бройлеров.

Для достижения цели были поставлены задачи определить:

- количество лактобактерий в помёте цыплят-бройлеров;
- количество бифидобактерий в помёте цыплят-бройлеров;
- количество пропионовокислых бактерий в помёте цыплят-бройлеров;
- количество кишечной палочки (*Escherichia coli spp.*) в помёте цыплят-бройлеров;
- количество клостридий (*Clostridium spp.*) в помёте цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования. Микрофлора пробиотического препарата «Пропионовый» состоит из чистых культур пропионовокислых бактерий вида *Propionibacterium freudenreichii spp.* Так как данный препарат имеет жидкую форму, то микроорганизмы-пробионты, входящие в его состав, находятся в активном состоянии и начинают действовать непосредственно после попадания пробиотика в организм птицы, тем самым повышая эффективность его воздействия на собственную микрофлору желудочно-кишечного тракта.

Объектом исследования в нашей работе являлись цыплята-бройлеры в возрасте от 30 до 40 дней. Для проведения опыта было сформировано две группы цыплят-бройлеров: контрольная и опытная. Формирование групп осуществлялось по методу групп-аналогов. В каждой группе было по 10 голов. Продолжительность опыта – 10 дней. В период всего опыта птица обеих групп получала идентичные полнорационные комбикорма, соответствующие по составу и питательной ценности возрасту цыплят. Условия кормления и содержания были также идентичны в обеих

группах. Разница между группами состояла в том, что птица опытной группы дополнительно в составе рациона получала пробиотик, суточная доза которого составила 3,9 мл на голову. По прошествии 10 дней от каждой птицы был произведён забор помёта, который в дальнейшем был подвергнут посеву на дифференцированные питательные среды для определения состава и

численности микроорганизмов согласно общепринятым методикам бактериологического анализа.

Результаты исследования и обсуждения. Результаты, полученные в ходе бактериологического посева помёта цыплят-бройлеров, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты бактериологического посева помёта цыплят-бройлеров

№	Исследуемая группа микроорганизмов	Количество микроорганизмов, КОЕ/г	
		Контрольная группа	Опытная группа
1	Лактобактерии	$(2,16 \pm 0,27) \times 10^7$	$(4,26 \pm 0,25) \times 10^9$
2	Бифидобактерии	$(7,36 \pm 0,37) \times 10^6$	$(6,36 \pm 0,23) \times 10^8$
3	Пропионовокислые бактерии	$(4,86 \pm 0,33) \times 10^1$	$(6,96 \pm 0,28) \times 10^4$
4	Кишечная палочка (<i>Escherichia coli</i> spp.)	$(5,36 \pm 0,22) \times 10^7$	$(3,66 \pm 0,31) \times 10^2$
5	Клостридии (<i>Clostridium</i> spp.)	$(2,56 \pm 0,21) \times 10^4$	$(2,16 \pm 0,22) \times 10^2$

Анализ полученных данных показал, что в помёте цыплят опытной группы количество собственной полезной микрофлоры было выше контрольной группы более чем в 100 раз. Так количество лактобактерий в контрольной группе составило $2,16 \times 10^7$ КОЕ/г, в опытной группе $4,26 \times 10^9$ КОЕ/г; бифидобактерий в контрольной группе – $7,36 \times 10^6$ КОЕ/г, в опытной – $6,36 \times 10^8$ КОЕ/г. Численность условно-патогенной микрофлоры у цыплят опытной группы была напротив снижена: кишечной палочки (*Escherichia coli* spp.) более чем в 100000 раз, клостридий (*Clostridium* spp.) – более чем в 100 раз.

О влиянии пробиотика на количественный и качественный состав кишечной микрофлоры птицы указывает увеличение численности пропионовокислых бактерий у цыплят опытной группы по сравнению с контрольной более чем в 1000 раз.

Вывод. Таким образом, использование пробиотического препарата «Пропионовый» в кормлении цыплят-бройлеров положительно сказывается на состоянии микробиоценоза кишечника птицы посредством снижения количества условно-патогенных бактерий и увеличения численности полезных микроорганизмов, таких как лакто- и бифидобактерии, тем самым поддерживая баланс кишечной микрофлоры в норме, что важно для пищеварительных процессов, усвоения питательных веществ, нормального функционирования организма и продуктивности сельскохозяйственной птицы.

Литература

1. Грозина А.А. Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антибиотика // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 6. С. 46-58.
2. Ильина Л.И. Таксономическое разнообразие микробиома слепых отделов отростков кишечника у цыплят-бройлеров и его изменение под влиянием комбикормов с подсолнечным шротом и сниженной обменной энергией // Сельскохозяйственная микробиология. 2015. Т. 50. № 6. С. 817-824.
3. Фисинин В.И., Лаптев Г.Ю., Никонов И.Н. и др. Изменение бактериального сообщества в желудочно-кишечном тракте кур в онтогенезе // Сельскохозяйственная микробиология. 2016. Т. 51. № 6. С. 883-890.
4. Рожкова Е.П. Классические пропионовокислые бактерии как пробиотики: учебное пособие. – М.: Изд-во биологического факультета Московского государственного университета, 2018. 44 с.
5. Pivovarek K., Lipinska L., Hac-Szymanczuk at al. Propionibacterium spp. – source of propionic acid, vitamin B₁₂ and other metabolites important for the industry // Applied microbiology and biotechnology. 2018. V. 102. P. 515-538.
6. Vorobjeva L.I., Khodjaev E.Y., Vorobjeva N.V. Propionic acid bacteria as probiotic // Microbial ecology in health and disease. 2008. – № 20. P. 109-112.
7. Bengmark S. Colonic food: pre- and probiotics // Am J Gastroenterol. 2000. V. 95. № 1. P. 5-7.

УДК: 636.5.087.8

**DELPHINIUM LEPTOCARPUM NEVSKI И DELPHINIUM PARADOXSUN BGE КАК
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БИОПЕСТИЦИДОВ В БОРЬБЕ С
ВРЕДИТЕЛЯМИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР**

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1042

Тураева Саида Муратовна

Младший научный сотрудник отдела органического синтеза
и защиты растений института химии растительных веществ
им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,
г. Ташкент, Узбекистан

Курбанов Уткир Халимович

PhD докторант 3 курса лаборатории алкалоидов
института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова
АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Курбанова Эльвира Рашидовна

PhD докторант 1 курса отдела органического синтеза
и защиты растений института химии растительных веществ
им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Аллакулова Ситорабону Бобур кизи

Лаборант отдела органического синтеза
и защиты растений института химии растительных веществ
им. акад. С.Ю. Юнусова
АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

**DELPHINIUM LEPTOCARPUM NEVSKI AND DELPHINIUM PARADOXSUN BGE AS POTENTIAL
SOURCES FOR PEST CONTROL IN CEREALS AND LEGUMES**

Turaeva Saida Muratovna

Junior researcher, department of organic synthesis and plant protection,
Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz,
Tashkent, Uzbekistan

Kurbanov Utkir Khalimovich

PhD doctoral student, department of organic synthesis and plant protection,
Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz,
Tashkent, Uzbekistan

Kurbanova Elvira Rashidovna

PhD doctoral student, department of organic synthesis and plant protection,
Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz,
Tashkent, Uzbekistan

Allakulova Sitorabonu Bobur qizi

Laboratory assistant, department of organic synthesis and plant protection,
Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz,
Tashkent, Uzbekistan

АННОТАЦИЯ

В настоящем исследовании изучена инсектицидная активность растительных экстрактов из надземной части *Delphinium leptocarpum Nevski* и *Delphinium paradoxsun Bge* против двух основных важных зернобобовых насекомых-вредителей, а именно четырехпятнистой зерновки (*Callosobruchus maculatus*) и рисового долгоносика (*Sitophilus oryzae*). По результатам скрининга инсектицидная токсичность хлороформного экстракта растений *D. leptocarpum N.* показывает значение LC_{50} 0,70 мг/мл для взрослого *C. maculatus*, 0,81 мг/мл для *S. oryzae* соответственно. Токсичность спиртового экстракта *D. paradoxsun* составляет LC_{50} 0,35 мг/мл для взрослой особи *C. maculatus*, 0,39 мг/мл для *S. oryzae* соответственно. Воздействие хлороформного экстракта *D. leptocarpum N.* в концентрации 5-10 мг/мл, в течение 24 ч привела к 83,0-100 % смертности. В течение 48 ч смертность вредителей составляла 100%. Под воздействием спиртового экстракта *D. paradoxsun B.* в дозе 5-10 мл/мл смертность вредителей достигла 99-100 %. Здесь обсуждается вероятное использование экстрактов *D. leptocarpum N.* и *D. paradoxsun B.* в качестве биоинсектицида.

ABSTRACT

In the present study, the insecticidal activity of plant extracts from the aerial parts of *Delphinium leptocarpum Nevski* and *Delphinium paradoxsun Bge* against two major important legume insect pests, cowpea weevils (*Callosobruchus maculatus*) and the rice weevil (*Sitophilus oryzae*), was studied. According to the screening results, the insecticidal toxicity of the chloroform extract of plant *D. leptocarpum N.* showed LC_{50} value of 0.70 mg / mL for adult *C. maculatus*, 0.81 mg / mL for *S. oryzae*, respectively. The toxicity of the alcoholic extract of

D. paradoxsun B. is LC₅₀ 0,35 mg / mL for adult *C. maculates*, 0,39 mg/ mL for *S. oryzae*, respectively. Exposure to the chloroform extract of *D. leptocarpum* N. at concentration of 5-10 mg / mL for 24 hours resulted in 83.0-100% mortality. After 48 h exposure, the pest mortality was 100%. Under the influence of an alcoholic extract of *D. paradoxsun* B. at dose of 5-10 mg /mL, the mortality of pests reached 99-100%. The probable use of extracts of *D. leptocarpum* N. and *D. paradoxsun* B. as bioinsecticides is discussed here.

Ключевые слова: *Delphinium leptocarpum* Nevski, *Delphinium paradoxsun* Bge, *Callosobruchus maculates*, *Sitophilus oryzae*, инсектицидная токсичность, экстракт, LC₅₀.

Keywords: *Delphinium leptocarpum* Nevski, *Delphinium paradoxsun*, *Callosobruchus maculates*, *Sitophilus oryzae*, insecticidal toxicity, extract, LC₅₀.

Насекомые-вредители зернобобовых культур наносят значительный ущерб во время послеуборочного хранения в развивающихся странах [1, 2]. В качестве контрольной меры многие синтетические инсектициды широко используются против различных насекомых-вредителей. Однако из-за их медленной биоразлагаемой природы, которые приводят к загрязнению окружающей среды, а также с опасностью для здоровья человека, многие инсектициды были заменены современными инсектицидами [3,4]. Кроме того, из-за проблемы устойчивости вредителей к инсектицидам, растет спрос на разработку более новым, экологически безопасным и эффективным биоинсектицидам [5]. Растения являются важным источником новых активных соединений, что может быть использовано для борьбы с хранившимися зернобобовыми насекомыми-вредителями [6, 7].

Биопестициды растительного происхождения считаются лучшими источниками новых соединений для развития новых, экологически чистых и безопасных средств борьбы с насекомыми, поскольку они показывают селективность по отношению к видам насекомых, легко биоразлагаемых и нетоксичных для млекопитающих [8-9].

Экстракты некоторых растений из семейства *Delphinium* обладают инсектицидной токсичностью против вредителей. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте исследованы дикорастущие и садовые формы живокостей (*Delphinium*), причем установлено, что они обладают инсектицидными свойствами, что обусловлено наличием алкалоидов [10]. Тем не менее литературные данные по использованию экстракта растений *D. leptocarpum* N. и *D. paradoxsun* B. в качестве защиты зернобобовых культур отсутствуют.

Целью настоящей работы явилась оценка инсектицидной активности экстрактов из надземной части *D. leptocarpum* N. и *D. paradoxsun* B. против рисового долгоносика (*Sitophilus oryzae* L.) (*Coleoptera: Curculionidae*) и четырехпятнистой зерновки (*Callosobruchus maculates*) (*Coleoptera: Bruchidae*).

Методика исследований

Насекомые *S. oryzae* сохранялись в зернах пшеницы (*Triticum aestivum*) и выращивались на цельнозерновой муке, которые поддерживались при 25 ± 1°C. Из этих насекомых, взрослые особи (1-2 недели) были взяты для приготовления смешанного возраста культур. Около 100 взрослых

особей *S. oryzae* были выпущены на 1 кг цельного зерна пшеницы, хранящегося в стеклянных банках. Насекомых *C. maculates* разводили отдельно в стеклянных банках, заполненных 1 кг маша (*Vigna radiata*).

Надземная часть *D. leptocarpum* N. в фазе цветения собрана в окрестностях Нуратинского района Навоийнской области. 3 кг воздушно-сушеные надземной части растений *D. leptocarpum* N. обработаны 8%-ным аммиаком в течение 2 часов и далее помещены в перкалотор, и экстрагированы 13 раз в 13-ти литрах хлороформа. Хлороформ отгоняли до 1 литра и экстрагировали в 1,5 литрах 5%-ным раствором H₂SO₄. Растения, которые экстрагировали 10 раз хлороформом в последующем этапе экстрагировали 80%-ным этиловым спиртом 6 раз. Экстракт отгоняли на роторе до тех пор, пока не образовался водный остаток, после чего были перемещены в сильно щелочную среду (pH=12) с помощью NH₃, и выделена сумма алкалоидов.

Растения *D. paradoxsun* B. собраны в Навоийской и Бухарской области Республики Узбекистан. Надземная часть растений обработана 8 раз 80%-ным этиловым спиртом. Спирт отгоняли на роторном испарителе.

Экстракты приготовлены в концентрациях: 10 мг/мл; 5 мг/мл; 1 мг/мл; 0,5 мг/мл; 0,1 мг/мл. Инсектицидную активность экстрактов *D. leptocarpum* N. и *D. paradoxsun* B. против смешанного возраста особей *S. oryzae* и *C. maculates* изучали методом экспозиции в чашках Петри [11]. Выбранные 20 шт. насекомых были помещены в чашки Петри диаметром 9,0 см на фильтровальную бумагу (диаметр 9,0 см), в которую вводился активный экстракт. Насекомые подвергались контактному действию экстрактов *D. leptocarpum* N. и *D. paradoxsun* в течение 24 и 48 часов выдержки при 25-27 ± 2°C.

Инсектицидную активность определяли по количеству погибших насекомых за 24 и 48 часов. Анализы проводили в четырех экземплярах, и результаты выражали в виде среднего значения ± стандартной ошибки. Математическая обработка полученных данных и расчет статистических параметров проводились с использованием пакета программ Microsoft Excel 2016. LC₅₀ определена с помощью Probit анализа [13].

Результаты и обсуждение

По результатам скрининга зафиксировали смертность *S. oryzae* и *C. maculates* 40,0-51,0 % при дозе 1 мг/мл, 94,2–83,0 % при дозе 5 мг/мл, экстрактом растений *D. leptocarpum* N. при 24-

часовом воздействии (табл. 1), тогда как 100-97,0 % смертность достигалась при дозе 10 мг/мл. Как правило, за период воздействия 48 ч увеличилась смертность у двух видов. Смертность вредителей составляла 60,0-79,0% при дозе 1 мг/мл, также 100% смертность наблюдалась в дозах 5-10 мг/мл при 48-часовом воздействии. Умеренную активность показал экстракт *D. leptocarpum* N. в дозе 0,1-0,5 мг/мл, смертность насекомых составляла 12,0% - 31,0% для *S. oryzae* и 20,0%-30,0% для взрослого *C. maculates*. Под воздействием спиртового экстракта *D. paradoxsun*

B. при 5-10 мг/мл смертность достигла 99,0%-100% в течении 24 часовой экспозиции. Гибель двух насекомых 60,0-75,0% наблюдалась при экспозиции экстрактом в дозе 1 мг/мл. Инсектицидная токсичность хлороформного экстракта растений *D. leptocarpum* N. показывает значение LC₅₀ 0,70 мг/мл для взрослого *C. maculates*, 0,81 мг/мл для *S. oryzae* соответственно. Токсичность спиртового экстракта *D. paradoxsun* составляет LC₅₀ 0,35 мг/мл взрослого *C. maculates*, 0,39 мг/мл для *S. oryzae* соответственно. (табл. 2).

Таблица 1.

Смертность насекомых под воздействием хлороформного экстракта *D. leptocarpum* N. и спиртового экстракта *D. paradoxsun* B.

Экстракт	Концентрация, мг/мл	Смертность (% ±SE)			
		24 ч экспозиция		48 ч экспозиция	
		<i>S.oryzae</i>	<i>C.maculates</i>	<i>S.oryzae</i>	<i>C.maculates</i>
<i>D.leptocarpum</i>	0,1 мг/мл	12,0±0,05	20,0±0,1	22,0±0,02	35,0±0,05
<i>D.leptocarpum</i>	0,5 мг/мл	31,0±0,04	30,0±0,03	48,0±0,02	41,0±0,05
<i>D.leptocarpum</i>	1 мг/мл	40,0±0,04	51,0±0,03	60,0±0,02	79,0±0,05
<i>D.leptocarpum</i>	5 мг/мл	94,0±0,05	83,0±0,05	100±0,0	100±0,0
<i>D.leptocarpum</i>	10 мг/мл	100±0,0	97,0±0,06	100±0,0	100±0,0
<i>D.paradoxsun</i>	0,1 мг/мл	32,0±0,05	30,0±0,04	42,0±0,05	45,0±0,02
<i>D.paradoxsun</i>	0,5 мг/мл	55,0±0,05	48,0±0,04	64,0±0,05	56,0±0,02
<i>D.paradoxsun</i>	1 мг/мл	60,0±0,05	75,0±0,04	86,6±0,05	91,9±0,02
<i>D.paradoxsun</i>	5 мг/мл	99,0±0,02	100±0,0	100±0,0	100±0,0
<i>D.paradoxsun</i>	10 мг/мл	100±0,0	100±0,0	100±0,0	100±0,0
Контроль	б/о	0±0,0	0±0,0	0±0,0	0±0,0

Таблица 2.

Инсектицидная токсичность экстрактов *D. leptocarpum* N. и *D. paradoxsun* B. против *S. oryzae* и *C. maculates*.

Вариант	LC ₅₀ , мг/мл.	95% доверительный интервал		*χ ²	Стандартное отклонение (SE)
		Нижняя	Верхняя		
<i>S. oryzae</i>					
<i>D. leptocarpum</i> N.	0,81	0,431	1,526	0,131	0,140
<i>D. paradoxsun</i> B.	0,39	0,123	1,291	0,264	0,260
<i>C. maculates</i>					
<i>D. leptocarpum</i> N.	0,70	0,352	1,408	0,146	0,153
<i>D. paradoxsun</i> B.	0,35	0,150	0,811	0,348	0,187

Табличное значение *χ² составляет (P < 0,05).

В то время, как эфирные масла артемизии монгольской (*Artemisia mongolica*) и артемизии капиллярной (*Artemisia capillary*) использовались против кукурузного долгоносика (*S. Zeamais*) у взрослых смертность достигалась при значении LC₅₀ 7,35 и 5,31 мг/л соответственно [14]. Гексановый экстракт *Azadirachta indica* показывал значение LC₅₀ 108,4 мг/мл для имаго мучного хрущака (*T. castaneum*), 96,2 мг/мл для рисового долгоносика (*S. oryzae*) и 84,6 мг/мл для пшеничного долгоносика (*R. dominica*) [15]. Инсектицидная активность хлороформного экстракта растений *Delphinium leptocarpum Nevski* и спиртового экстракта *Delphinium paradoxsun* весьма перспективна и демонстрируют потенциалы.

Выводы

Результаты исследований показали, что экстракты растений *D. leptocarpum* N. и *D.*

paradoxsun B. в дозе 5-10 мг/мл в течение 24 часового воздействия достаточны для достижения 100% смертности насекомых. Экстракт растений может обеспечивать потенциальную альтернативу или замену синтетических инсектицидов, применяемых в настоящее время для борьбы с вредителями зернобобовых культур.

Список литературы

1. Rajashekar Y., Bakthavatsalam N., Shivanandappa T., Botanicals as grain protectants. Psyche 2012 Article ID 646740, p.13
2. Rajashekar Y., Vijay Kumar H., Ravindra K.V., et al. Isolation and characterization of biofumigant from leaves of Lantana camara for control of stored grain insect pests. Ind Crops Prod, 2013, Vol 51, p.224-228
3. Subramanyam B., Hagstrum D.W., Resistance measurement and management, In: Subramanyam B,

Hagstrum DW (Ed.), Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, 1995 New York, USA.

4. Daghli G.J., Holloway J.C., Nayak M.K., Implication of Methoprene resistance managing for *Rhyzopertha dominica* (F.) in stored grain. J Stored Prod Res 2003, Vol 54, p.8-12.

5. Alexander M., Biodegradation of chemicals of environmental concern. Science 1981, Vol 211, p.132-138.

6. Rajendran S., Sriranjini V., Plant products as fumigants for stored-product insect control. J Stored Prod Res 2008, Vol 44, p. 126-135.

7. Rajashekar Y., Rao L.J., Shivanandappa T., Decaleside: a new class of natural insecticide targeting tarsal gustatory sites. Natur wissenschaften 2002, Vol. 99, p.843-852.

8. Vinayaka, K.S., Prashith-Kekuda, T.R., Nandini, et.al. Potent insecticidal activity of fruits and leaves of *Capsicum frutescens* L. var. *longa* (Solanaceae). *Der Pharm. Lett.* 2010, Vol. 2, p.172–176.

9. Copping L.G., Duke S.O., Natural products that have been used commercially as crop protection agents. *Pest Manag Sci* 2002, Vol. 63, p. 524-554.

10. Васина А.Н. Инсектицидные растения. Защита растений 1978, Том 5, № 244 с.56-57.

11. Берестецкий А. О., Григорьева Е. Н., Петрова М. О. и др. Инсектицидные и фитотоксические свойства экстрактов из культур некоторых патогенов злаков // Микология и фитопатология. 2018. Т. 52. № 6. С. 408–419.

12. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 1925. Vol. 18, p. 265-267.

13. Finney D. Probit Analysis. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 1971, 60 (9) p.1432. DOI: <https://doi.org/10.1002/jps.2600600940>

14. Liu Z.L., Chu S.S., Liu Q.R., Chemical composition and insecticidal activity against *Sitophilus zeamais* of the essential oils of *Artemisia capillaris* and *Artemisia mongolica*. *Molecules* 2010, Vol. 15, p. 2600-2608.

15. Rajashekar Y., Ngaihulun Tonsing, The Herbal Insecticides from Root Stock of *Alocasia indica* as Potential Sources for Control of Stored-Product Insect Pests *Entomol Ornithol Herpetol* 2014, Vol.3 p.3

ҚАШҚАДАРЁ ИҚЛИМ ШАРОИТИДА ЎҒИТЛАРНИНГ КУЗГИ БУҒДОЙНИНГ ПОЛОВЧАНКА НАВИГА ВА СИФАТИГА ТАЪСИРИ

Убайдуллаева Д.И.

қ.х.ф.н

Холтураев А.

асс:

Пиримкулова А.Ю.

асс.

Турабеков Д.У.

асс

Баширова Ю.Ж.

магистр химико технологического института,

Тошкент кимё технология институту

Республикамиз ғалла мустақиллигига эришди. Яқин – яқингача аҳоли эҳтиёжи учун зарур бўлган бир неча миллион тонналик дон минг машаққатлар эвазига четдан келтирилган мамалакатда қисқа вақт ичида ҳақиқий мўъжиза юз берди. Кечагина юз минг тоннанинг нари – берисида буғдой етиштирилган ўлкада бугун миллион – миллион тонналик олтин ранг хирмонлар товланиб турибди.

Донни етиштириш ва уни қайта ишлаш қадим замонлардан буён инсонлар ҳаётида муҳим ўрин эгаллаган. Дон крахмал, оксил, витаминлар ва бошқа биологик қимматбахо моддаларнинг табиий манбаи ҳамдир, шунингдек у инсон озиқланишда такрорланмас аҳамиятга эга. Айниқса, бу борада кузги буғдойдан юқори ва сифатли дон ҳосилига эришишга қаратилган агротехникавий омиллар орасида минерал ўғитларни ишлатишнинг мақбул тизимини ишлаб чиқишда Қашқадарё вилоятининг оч тусли бўз тупроқлари шароитида кузги буғдойнинг Половчанка нави учун органик ўғит (гўнг) фониди қўлланилган минерал ўғитлар турли меъёрларининг тупроқ озиқа режимига ҳамда ушбу

навнинг ўсиши, ривожланиши, ҳосилдорлиги ва ҳосил сифати таъсирини аниқланган. Шунингдек, кузги буғдой Половчанка навининг дон сифати озиқлантириш режимининг таъсири Қашқадарё вилоятининг суғориладиган оч тусли бўз тупроқлари шароитида ўрганилган.

Қашқадарё вилояти тупроқ-иқлим шароити бўйича маълумотлар, тажрибалар услубияти, натижалари, қилинган илмий ва амалий хулосалар юқори даражада асосланган, чунки барча олинган маълумотлар статистик таҳлил қилиб фарқлари аниқланган.

Шундай қилиб, буғдойни озиқлантириш режимини ва бошқа жараёнларни тўғри бошқариш йўли билан донни сифатли етиштириш ва сақлашга эришиш мумкин.

Буғдой донининг технологик кўрсаткичлари салмоғи ва сифатининг озиқлантириш режимига боғлиқлигига оид илмий манбалар таҳлилларига асосан қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин.

1. Кузги буғдойнинг дон ҳосили ва сифатининг юқори бўлишида тупроқ унумдорлиги ва унинг озика режими катта рол ўйнайди.

2. Кузги буғдойнинг дон ҳосилдорлиги ва ҳосил сифатини белгиловчи технологик кўрсаткичларининг талаб даражасида бўлиши тупроқ унумдорлиги билан бирга ташқи омилларга ҳам боғлиқ бўлади.

3. Кузги буғдой етиштиришда ҳар бир нав ва аниқ тупроқ иқлим шароитлари учун алоҳида агротехник ва агрохимёвий тадбирлар ишлаб чиқилиши талаб этилади.

Буғдой навларининг дон сифатини белгиловчи технологик кўрсаткичлари, салмоғи ва сифати тупроқ-иқлим шароитларига боғлиқ бўлиб, бунда озиклантириш режими катта рол ўйнайди. Кузги буғдойнинг кузги вегетация даврида захира моддалар тўплаши озикланиш режими билан бирга тупроқ-иқлим шароитига ҳам боғлиқ ҳолда қишлагга чидамлилиги ўзгаради

Буғдойнинг кузги ва баҳорги турларга бўлинишининг ўзи ҳам улар ўстши ва ривожланишининг иқлим шароити билан боғлиқлигини кўрсатади. Чунки, кузги буғдойнинг баҳорги буғдойдан фарқи қишки совуқларга бардошлилигининг юқори бўлишидир.

Кузги буғдойнинг қишлагга чидамлилигининг асосий сабаби уларнинг кузги озикланиш режими мутаносиб ҳолда қишлагга чидамлилигини оширувчи шакар тўплашига боғлиқ. Кузги буғдой кузда азотли ўғитлар билан тўйинтирилса, шакар миқдори кескин камайиб, оксилни кўп тўплаши натижасида қишки совуқларга бардошлилиги кескин пасаяди. Ўз навбатида кузги буғдойнинг кузда шакар тўплаш салмоғининг юқори бўлиши озика элементлари етарлича бўлган тақдирдагина кузги буғдойнинг кузги фотосинтетик фаоллиги юқори бўлиб, шакарни қишки ноқулай шароитларга бардошлилигини оширишга етарли даражада тўплаши учун шароит яратилади Қашқадарё вилоятининг суғориладиган оч тусли бўз тупроқларида кузги буғдой етиштирилганда 30 т/га гўнг фонидида минерал ўғитларнинг $N_{180}P_{90}K_{60}$ ва $N_{210}P_{110}K_{70}$ меъёрлари биргаликда қўлланилиши таъсирида ўсимликлар ўсиши ва ривожланиши даврида тупроқнинг озиклантириш режими яхшиланиши, асосий озика элементларининг ўсимликлар томонидан ўзлаштирилиши кучайиши, ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиши нормал кечиши, вегетация даври 8 кунгача қисқариб, кечпишарлилик хусусияти камайиши аниқланган.

Ушбу изланишларда ўғитларнинг $N_{180}P_{90}K_{60}+30$ т/га гўнг ва $N_{210}P_{110}K_{70}+30$ т/га гўнг меъёрлари қўлланилганда кузги буғдой Половчанка навининг дон ҳосили ошиши билан бирга оксил миқдорининг 1,1% гача ошиши натижасида ҳар гектар ер ҳисобига 5,2 центнергача оксил, 11,6 центнергача клейковина миқдорининг ошиши илк бор аниқланган.

Буғдой донининг технологик сифат кўрсаткичлари озиклантириш режимида боғлиқ бўлиб, ҳосилини ошиши билан таркибидаги оксил

ва бошқа дон сифатини белгиловчи технологик кўрсаткичларини яхшилаш мумкинлигини кўрсатади.

Тадқиқотларимиз натижалари бўйича кузги буғдойнинг Половчанка навини 30 т/га чиритилган аралаш гўнг ва маъдан ўғитларнинг оширилган ($N_{210}P_{110}K_{70}$) меъёри қўлланилганда дон ҳосилининг ошиши билан бирга технологик сифат кўрсаткичларининг салмоғи ва сифатини ошишини кўрсатади.

Ушбу илмий ечим мамлакатимизда дончиликни янада ривожлантириш ва жаҳон бозорида рақобатбардошлигини оширишда муҳим аҳамият касб этиши сабабли кенг майдонларда етиштириш зарурияти туғилади.

Кузги буғдойнинг Половчанка нави ўзининг нав хусусиятига кўра кечпишар, юқори ҳосилли, бироқ, донидан яхши ун тайёрлансада таркибидаги оксил миқдорининг талаблар даражасидан пастлиги ушбу навни озиклантириш режимида бўлган эътиборни кучайтириш лозим бўлади.

Кузги буғдойнинг Половчанка нави Қашқадарё вилоятида кенг майдонларда етиштирилиб, ўртача ҳосилдорлиги 51-52 ц/га ва ундан ҳам ошиб бормоқда.

Ўтказилган тажрибаларимиз натижаларидан аниқланишича, кузги буғдойнинг Половчанка нави 30 т/га чиритилган аралаш гўнг ва маъдан ўғитларнинг оширилган ($N_{210}P_{110}K_{70}$) меъёри фонидида етиштирилганида ўртача дон ҳосили 70,3 ц/га ни ташкил этиб, таркибидаги оксил миқдорининг ҳам ўғит қўлланилмаган назорат вариантыдагига нисбатан юқори бўлишини кўрсатади.

Адабиётлар рўйхати

1. Холмуродова З., Убайдуллаева Д., Ишмухаммедова Р., Ишонкулова Г. Фермер хўжаликларида донга дастлабки ишлов бериш // Ўзбекистон жанубида фермерчиликни ривожлантириш муаммолари: Республика илмий-амалий конференцияси матераиллари. 8-9 июн 2006. –Тошкент, 2006 -Б.170-172.

2. Холмуродова З., Убайдуллаева Д., Эшмухаммедова Р. Фермер хўжаликларида мўл ва сифатли уруғлик дон етиштириш // “Ўзбекистон жанубида фермерчиликни ривожлантириш муаммолари” Республика илмий-амалий конференцияси матераиллари тўплами. 8-9 июн 2006. Тошкент, 2006.

-Б.167-168.

3. Эрназарова Н., Убайдуллаева Д., Меҳмонов Ш. Буғдойнинг Половчанка навини навдор уруғини етиштириш салмоғи, сифати ва технологик кўрсаткичларининг озиклантириш режимида боғлиқлиги // “Агросабок” (илмий мақолалар тўплами). –Тошкент, 2007.-Б. 62-63.

4. Эрназарова Н., Убайдуллаева Д. Кул ҳам озика // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. -Тошкент, 2007. -№4. -Б.30.

5. Убайдуллаева Д.И., Меҳмонов Ш.Р., Холмуродова З.Д., Нортошев Н.Ж. Урожайность пшеницы и пожнивной кукурузы на юге

Узбекистана // Зерновое хозяйство. -Москва, 2007. -№7. -С.18-19.

6. Азотли ўғит меъёрларини кузги бугдой ҳосилининг сифатига таъсири // Ўсимликшунослик маҳсулотлари етиштириш, дастлабки ишлов бериш ва сақлаш технологияси / илмий мақолалар тўплами. –Тошкент, 2007.-Б.20-21.

7. Убайдуллаева Д. Половчанка нави ҳосилдорлигининг озиклантириш режимига боғлиқлиги // Агро илм (Ўзбекистон кишлоқ хўжалиги журнали илмий иловаси). –Тошкент, 2008. -№1 (5).-Б.12.

8. Убайдуллаева Д. Бугдой етиштиришда минерал ўғитлар самарадорлиги // Ўзбекистон кишлоқ хўжалиги. –Тошкент, 2008. -№2 (6). -Б.15-16.

9. Убайдуллаева Д., Эрназарова Н. Бугдой ҳосилдорлиги ва технологик кўрсаткичларининг озиклантириш режимига боғлиқлиги // Донли экинлар етиштириш ва уларни қайта ишлашда замонавий технологиялардан фойдаланиш муаммолари: республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. 28-30 апрел 2008 йил.-Б.27-29.

10. Эрназарова Н.И., Убайдуллаева Д.И., Хамраев Э., Рахматов Э. Минерал ўғитларнинг дон сифатига таъсири самарадорлиги // Бозор ислохотларини чуқурлаштириш шароитида кишлоқ аҳолиси фаровонлигини оширишнинг стратегияси ва истиқболлари: республика илмий-амалий анжумани маърузалари тўплами. 3-4 апрел 2009 йил.Тошкент, 2009. -Б.150-151.

УДК 631.98:631.524.82:631.559:633.511

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЯ *HAPLOPHYLLUM PERFORATUM*

DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.2.79.1041

Умиджон Бахтиярович Мамарозиков

Докторант 1 курса отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова

АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Саида Муратовна Тураева

Мл.н.с. отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова

АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Рано Пулатовна Закирова

Канд.биол.наук, с.н.с. отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

Назира Кудратовна Хидирова

Канд.хим.наук, вед.н.с. отдела органического синтеза и защиты растений института химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз,

г. Ташкент, Узбекистан

BIOLOGICAL ACTIVITY OF EXTRACTS OF PLANT *HAPLOPHYLLUM PERFORATUM*

Umiddjon Bakhtiyarovich Mamarozikov

PhD doctoral student, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz, Tashkent, Uzbekistan.

Saida Muratovna Turaeva

Junior researcher, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusova, AN RUz, Tashkent,Uzbekistan.

Rano Pulatovna Zakirova

Candidate of biological sciences, senior researcher, department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances. acad. S.Yu. Yunusov AS RUz, Tashkent, Uzbekistan.

Nazira Kudratovna Khidirova

Candidate of chemical sciences, leading researcher department of organic synthesis and plant protection, Institute of chemistry of plant substances.acad. S.Yu. Yunusov AS RUz, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты работ по изучению фунгицидной и ростстимулирующей активностей различных частей спиртового экстракта растения *H. perforatum*. В результате расфракционирования экстракта, были получены гексановая, хлороформная, этилацетатная часть и водно-спиртовый остаток. Была выявлена высокая фунгицидная активность для спиртового экстракта в отношении микроскопического гриба *Fusarium oxisporum*. Изучение ростстимулирующего действия на культуре огурцов показало, что высокой активностью обладала гексановая часть экстракта.

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the fungicidal and growth-stimulating activity of various parts of the ethanol extract of the plant *H. perforatum*. As a result of fractionation of the extract, a hexane fraction, a chloroform fraction, an ethyl acetate fraction, and a water-alcohol residue were obtained. The ethanol extract showed a high fungicidal activity against the microscopic fungus *Fusarium oxisporum*. The study of the growth-stimulating effect on the culture of cucumbers showed a high activity of the hexane part of the extract.

Ключевые слова: *Haplophyllum perforatum*, спиртовой экстракт, расфракционирование, фунгицидная активность, рост стимулирующая активность.

Key word: *Haplophyllum perforatum*, alcoholic extract, fractionation, fungicidal activity, growth stimulating activity.

Растения являются огромным источником вторичных соединений. Многие вещества выполняют протекторные функции, участвуют в процессах роста и обеспечивают устойчивость растений к биотическим и абиотическим стрессам. Соединения обладают антимикробными, токсическим действие против насекомых, ростстимулирующими свойствами.

Известно, что современной практике растениеводства регуляторы роста рассматриваются как экологический чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий использовать энергосберегающие технологии и максимально реализовать физиологические возможности растений [1,2]. Они не только увеличивают общую урожайность, но и положительно влияют на качество продукции. В последнее время большое внимание уделяется препаратам растительного происхождения, которые повышают адаптивные свойства и иммунитет сельскохозяйственных культур, обладают противомикробными свойствами [3,4].

Растение цельнолистник исколотый (*Haplophyllum perforatum* сем. *Rutaceae Elaeagnaceae*) является богатым источником биологически активных веществ, таких как алкалоиды, терпеноиды и др. [5,6]. Вид широко распространен на территории Республики Узбекистан. Ранее нами была изучена инсектицидная активность этого растения [7,8]. Ранее нами была выявлена высокая инсектицидная активность экстракта растения.

Целью настоящей работы было изучение фунгицидной и ростстимулирующей активностей различных частей водно-спиртового экстракта надземной части растения *H. perforatum*.

Методика. Сбор растительного сырья. Объектами исследования являлись дикорастущие растения, произрастающие в Сурхандарьинской области *Haplophyllum perforatum*. *H. perforatum* (сем. *Rutaceae*). Растения области *Haplophyllum perforatum*. *H. perforatum* Широко распространена по территории Средней Азии (Кизылкум, Ферганская долина, Мирзачуль, долина Зарафшан,

Каршинская степь, Тянь-Шань, Памиро-Алай [9]. Надземная часть растений была собрана с соблюдением стандарта государственной фармакопеи в течение периода с мая по июнь 2019 г. Определение объектов было подтверждено научными сотрудниками лаборатории технических и лекарственных растений ИХРВ АН РУз.

Общая методика выделения экстрактов. 1 кг высушенных и измельченных надземных частей растения *Haplophyllum perforatum* экстрагировали 96 %-ным этиловым спиртом трижды при гидромодуле 1:10. Объединяли спиртовые экстракты, отгоняли растворитель на роторном испарителе, при +40° С. В результате получили сумму экстрактивных веществ с выходом 11,0% от воздушно-сухой массы растения.

Фракционирование этанольного экстракта. Для фракционирования этанольного экстракта использовали растворители с различной полярностью. Для этого 10 г этанольного экстракта сушили в комнатной температуры, остаток растворяли в 20 мл воды, затем проводили последовательную экстракцию гексаном, хлороформом и этилацетатом методом жидкость-жидкостной экстракции. Органические растворители отгоняли из экстракта при помощи ротационного испарителя (G3 Heidolph, Germany) при температуре водяной бани 40°С, после чего определяли массу сухого остатка и выход экстрактивных веществ. Выходы экстрактов составляли 0,9%; 1,1%, 1,5% и 96,5% водно-спиртовый остаток (от массы экстракта) соответственно.

Метод определения фунгицидной активности экстрактов

Для работы была использована культура гриба *Fusarium oxisporum* Schrf. *Vasinfectum Bilai.*, которая является основным патогеном, поражающий посевы хлопчатника. Биотесты по определению фунгицидной активности экстрактов проводили в лабораторных условиях методом Красильникова [10]. Посев фитопатогена проводили на питательную среду на основе картофельного отвара, после чего бумажные диски, смоченные исследуемыми экстрактами, помещали

на поверхность среды. Замеры зоны задержки роста проводили на 3 и 10 сутки культивирования. Об активности экстрактов судили по величине зоны отсутствия роста фитопатогена.

Метод определения ростстимулирующей активности экстрактов

Ростстимулирующую активность полученных экстрактов изучали в лабораторных условиях. В качестве эталона использовали биостимулятор Учкун. Препарат создан в Институте химии растительных веществ Академии Наук Республики Узбекистан на основе полипренолов растения *Gossypium hirsutum* L. [11]. Семена огурцов сорта Орзу замачивали в 0,0001% растворах исследуемых экстрактов в течение 6 часов, после чего раскладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу с внесением водопроводной воды. На 5-ые

сутки культивирования снимали показатели ростовой активности.

Результаты исследований

Как видно из таблицы 1, гексановая часть водно-спиртового экстракта (Н-1), содержащая в основном терпены и терпеноиды, на 3 сутки имела зону отсутствия роста 0,1 мм, хлороформная (Н-2), этилацетатная (Н-3) и водорастворимая часть экстракта (Н-4) не проявили фунгицидной активности в отношении к *Fusarium oxisporum*. На 10-ые сутки поверхность бумажных дисков, смоченных Н2 и Н3 полностью заросли грибом, тогда как поверхность дисков, смоченных Н1 и Н4 оставалась чистой.

Высокая активность была выявлена для спиртового экстракта, активность сохранялась в течение 10 суток и на все время учетов зона отсутствия роста составляла 1,7 см.

Таблица 1.

Фунгицидная активность экстрактов растения *Haplophyllum perforatum* в отношении микроскопического гриба *Fusarium oxisporum* (см)

№	Экстракт ы	Зоны отсутствия роста	
		на 3 сутки	на 10 сутки
1	Гексано- растворимая часть	0,1	0
2	Хлороформная часть	0	0
3	Этилацетаная часть	0	0
4	водно-спиртовый остаток	0	0
5	Спиртовый эстракт (суммарный)	1,7	1,7

Было выявлено, что при обработке семян огурцов экстрактом Н-1 длина корней (12,2 см), превышала контрольный вариант (9,97 см) на 22,3%, побегов (9,4 см) была выше контрольных (8,05 см) на 16,7%. В эталонном варианте длина корней (11,73 см) и побегов (9,49 см) превышала

контроль на 17%. При обработке семян экстрактом Н-2 длина корней (10,72 см) была выше контрольного варианта всего на 5%, а побегов (4,92 см) была ниже на 6,5%. Экстракт Н-3 ингибировал рост как корней (8,86 см) - на 13,2%, так и побегов (5,62 см) - на 0,6%.

Таблица 2.

Влияние обработки семян огурцов экстрактами растения *Haplophyllum perforatum* на рост проростков

Название веществ	Концентрация, %	Проростки огурцов, см	
		корень	стебель
Контроль		9,97±0,2	8,05±0,6
Эталон Учкун	0,0001	11,73±0,4	9,49±0,7
Гексано- растворимая часть	0,1	6,95±0,3	5,44±0,5
	0,01	9,36±0,5	7,08±0,4
	0,001	8,35±0,3	5,06±0,5
	0,0001	12,2±0,7	9,4±0,5
Хлороформная часть	0,1	7,17±0,7	5,03±0,6
	0,01	9,83±0,6	7,25±0,6
	0,001	11,37±0,7	8,35±0,5
	0,0001	12,05±0,7	8,15±0,4
Этилацетаная часть	0,1	3,71±0,6	3,51±0,6
	0,01	8,93±0,6	6,52±0,4
	0,001	7,23±0,8	5,81±0,6
	0,0001	9,16±0,6	7,23±0,6
водно-спиртовый остаток	0,1	4,88	4,98
	0,01	7,66	5,56
	0,001	9,1	8,12
	0,0001	10,8	9,56

Таким образом, была изучена фунгицидная и ростстимулирующая активность гексановой, хлороформной, этилацетатной и водорастворимой

частей экстракта надземной части растения *Haplophyllum perforatum*. Было выявлена высокая фунгицидная активность для суммы спиртового

экстракта в отношении микроскопического гриба *Fusarium oxisporum*. Изучение ростстимулирующей активности на культуре огурцов показало, что высокой ростстимулирующей активностью обладала гексановая часть экстракта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. №6. С.16-20. [Shapoval O.A., Mojarov I.P., Korshunov A.A., Regulatori rosta rasteniy v agrotexnologiyax // Zashita i karantin rasteniy. 2014. №6. P.16-20. (In Russ).]
2. Zakirova R.P., Elmuradov B.Zh., Khidyrova N.K., Sagdullayev Sh.Sh., Scientific and Applied research in ICPS for agriculture. (Mini review). Journal of Basic and Applied Research. 2016. Res 2(4), p. 476-479.
3. Zakirova R.P., Elmuradov B.Zh., Khidyrova N.K., Sagdullayev Sh.Sh., Scientific and Applied research in ICPS for agriculture. (Mini review). Journal of Basic and Applied Research. Res 2016. 2(4), p. 476-479.
4. Khidirova N.K., Mamatkulova N.M., Kurbanova E.P., Ismailova K., Zakirova R.P., Khodjaniazov Kh.U. Influence of an Uchkun preparation to some agricultural crops which are grown under unfavorable conditions // International Journal Environmental & Agriculture Research. 2016. V.2. No1. P.102-108.
5. Муромцев Г.С., Чкаников Д.И., Кулаев О.Н., Гамбург К.З. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений – М.: Агропромиздат, 1987.-383 с. [Muromsev G.S., Chkanikov D.I., Kulayev O.N., Gamburg K.Z. Osnovi ximicheskoy regulyatsi rosta i produktivnosti rasteniy-Moscow.: Agropromizdat, 1987.-383 p. (In Russ).]
6. Ботиров Э.Х., Юлдашев М.П., Маткаримов А.Д., Маликов В.М. Кумарины, флавоноиды и лигнаны пяти видов растений рода *Haplophyllum* a. juss // Химия растительного сырья, 2015. № 1. С. 5-14. [Botirov E.H., Yuldashev M.P., Matkarimov A.D., Malikov V.M. Kumarini, flavanoidi i lignani pyati vidov rasteniy roda haplophyllum a. juss // Ximiya rastitelnogo sirya, 2015. № 1. P. 5-14. (In Russ).] URL: <http://journal.asu.ru/cw/article/view/282>.
7. Расулова Х.А., Бессонова И.А. Алкалоиды *Haplophyllum perforatum* // Химия природ, соедин. - 1992. - №2. - С.249-251. [Kh. A. Rasulova & I. A. Bessonova. Alkaloids of *Haplophyllum perforatum*. Chemistry of Natural Compounds volume 28, pages214–216.1992]
8. Мамарозиков У.Б., Бобакулов Х.М., Тураева С.М., Закирова Р.П., Рахматов Х.А., Абдуллаев Н.Д., Хидырова Н.К. Компонентный состав надземной части растения *Haplophyllum perforatum* и его инсектицидная активность // ХПС. 2019, №3, с. 489-490. [Mamarozikov U. B., Bobakulov Kh. M., Turaeva S. M., Zakirova R. P., Rakhmatov Kh. A., Abdullaev N. D., Khidyrova N. K. Constituent composition of the hexane fraction of the extract of *haplophyllum perforatum* and its insecticidal activity // Chemistry of Natural Compounds, 2019 Vol. 55, No. 3, Pp 489-491.May.]
9. Введенский А.И., Флора Узбекистана. - Ташкент: - Фан. 1964. Т.5. С.441.
10. Н.А.Красильников. Методы изучения почвенных микроорганизмов и их метаболитов. 1966. МГУ. С 216.
11. Тураева С.М., Мамарозиков У.Б., Хидырова Н.К., Закирова Р.П. Возможность применения растительного экстракта *Haplophyllum perforatum* в качестве инсектицидного средства. // Защита и карантин растений. 2019. [Turayeva S.M., Mamarozikov U.B., Xidirova N.K., Zakirova R.P. Vozmojnost primeneniya rastitelnogo ekstrakta *Haplophyllum perforatum* v kachestve insektisidnogo sredstva. // Zashita i karantin rasteniy.2019 (In Russ).]

ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ЕСУ)**Ежемесячный научный журнал****№ 10 (79)/2020**

Том 2, Серия:

Биологические науки

Редакционная коллегия:**д.п.н., профессор Аркулин Т.В. (Москва, РФ)**

Члены редакционной коллегии:

- Артафонов Вячеслав Борисович, кандидат юридических наук, доцент кафедры экологического и природоресурсного права (Москва, РФ);
- Игнатьева Ирина Евгеньевна, кандидат экономических, преподаватель кафедры менеджмента (Москва, РФ);
- Кажемаев Александр Викторович, кандидат психологических, доцент кафедры финансового права (Саратов, РФ);
- Кортун Аркадий Владимирович, доктор педагогических, профессор кафедры теории государства и права (Нижний Новгород, РФ);
- Ровенская Елена Рафаиловна, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой судебных экспертиз, директор Института судебных экспертиз (Москва, Россия);
- Селиктарова Ксения Николаевна (Москва, Россия);
- Сорновская Наталья Александровна, доктор социологических наук, профессор кафедры социологии и политологии;
- Свистун Алексей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, советник при ректорате (Москва, Россия);
- Тюменев Дмитрий Александрович, кандидат юридических наук (Киев, Украина)
- Варкумова Елена Евгеньевна, кандидат филологических, доцент кафедры филологии (Астана, Казахстан);
- Каверин Владимир Владимирович, научный сотрудник архитектурного факультета, доцент (Минск, Белоруссия)
- Чукмаев Александр Иванович, доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права (Астана, Казахстан)

Ответственный редактор

д.п.н., профессор Каркушин Дмитрий Петрович (Москва, Россия)

Художник: Косыгин В.Т

Верстка: Зарубина К.Л.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

125040, г. Москва, Россия проспект Ленинградский, дом 1, помещение 8Н, КОМ. 1

E-mail: info@euroasia-science.ru ;www.euroasia-science.ru

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии:

г. Москва, Лужнецкая набережная 2/4, офис №17, 119270 Россия