Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»)

РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ АПК

**Сборник научных трудов по материалам
Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием**

Ярославль, 06 апреля 2023 г.

Ярославль
Издательство ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»
2023

© ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», 2023
© Авторы статей, 2023

ISBN 978-5-98914-267-5
DOI 10.35694/YARCX.2023.06.04.23

УДК 001.895
ББК 72
Р 68

Печатается по решению редакционно-издательского совета агротехнологического факультета ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ» (протокол № 7 от 28.06.2023 г.).

Published by the decision of the Scientific Editorial and Publishing Council of the Agrotechnological Faculty of the Yaroslavl State Agrarian University (Minutes No. 7 dated 28.06.2023).

Р 68

Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ярославль, 06 апреля 2023 г. / ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ». – Ярославль : Издательство ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», 2023. – 162 с. – URL: https://yaragrovuz.ru/images/nauch_chast/s/rol_agrarnoy_nauki_2023.pdf. – ISBN 978-5-98914-267-5. – DOI 10.35694/YARCX.2023.06.04.23. – Текст : электронный.

В материалах конференции представлены результаты исследований ученых, преподавателей и обучающихся высших учебных заведений Российской Федерации, Республики Беларусь, Словацкой Республики и Республики Индии.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей высших учебных заведений, а также для работников агропромышленного комплекса. Может использоваться в учебном процессе в целях углубленного рассмотрения соответствующих проблем.

Состав редакционно-издательского совета агротехнологического факультета ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ»

Редактор:
Иванова М.Ю., декан агротехнологического факультета, канд. с.-х. наук
Члены совета:
Щукин С.В., заведующий кафедрой «Агрономия», канд. с.-х. наук, доцент;
Чебыкина Е.В., заведующая кафедрой «Экология», канд. с.-х. наук, доцент;
Труфанов А.М., профессор кафедры «Агрономия», канд. с.-х. наук, доцент
Ответственный секретарь совета:
Котяк П.А., специалист по учебно-методической работе деканата агротехнологического факультета, канд. с.-х. наук, доцент

The composition of the Scientific Editorial and Publishing Council of the Agrotechnological Facultyof the Yaroslavl State Agrarian University

Editor:
Ivanova M.Yu., Dean of the Agrotechnological Faculty, Candidate of Agricultural Sciences
Council members:
Shchukin S.V., Head of the Agronomy Department, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
Chebykina E.V., Head of the Ecology Department, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
Trufanov A.M., Professor of the Agronomy Department, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Executive Secretary of the Council:
Kotyak P.A., specialist in educational and methodological work of the dean's office
of the Agrotechnological Faculty, Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor

Текстовое электронное сетевое издание

ISBN 978-5-98914-267-5

© ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», 2023
© Авторы статей, 2023

Рецензенты:

Балашов А.В., и.о. заведующего лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов, ведущий научный сотрудник, доктор тех. наук, доцент (ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, Россия);

Барановский А.В., доцент кафедры земледелия и экологии окружающей среды, канд. с.-х. наук, доцент (ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, ЛНР, Россия);

Воронин А.Н., доцент кафедры агрономии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Германенко М.Н., доцент кафедры заразных болезней, патанатомии и судебной ветеринарии, канд. вет. наук (ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, ЛНР, Россия);

Гулидова В.А., профессор кафедры агротехнологий, хранения и переработки с.-х. продукции, доктор с.-х. наук (ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Елец, Россия);

Давыдов А.В., заведующий отделом мониторинга и опытных работ в охотничьем хозяйстве, канд. биол. наук (ФГБУ «ФНИЦ Охота», Москва, Россия);

Дорохова В.И., начальник управления по научной работе и международному сотрудничеству, канд. экон. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Ефимова Е.В., канд. тех. наук, доцент (РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь);

Иванова М.Ю., декан агротехнологического факультета, доцент кафедры экологии, канд. с.-х. наук (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Иванова С.С., доцент кафедры агрономии, канд. с.-х. наук (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Казнин Р.Е., старший преподаватель кафедры агрономии, канд. с.-х. наук (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Калтович И.В., заведующий сектором комплексных исследований мясных продуктов (РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь);

Котяк П.А., доцент кафедры экологии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Макушин А.Н., доцент кафедры технологии производства и экспертизы продукции из растительного сырья, канд. с.-х. наук (ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Кинель, Россия);

Пасин А.В., декан инженерного факультета, доктор тех. наук, профессор (ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, Нижний Новгород, Россия);

Сабирова Т.П., доцент кафедры агрономии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Сенченко М.А., доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Труфанов А.М., профессор кафедры агрономии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Чебыкина Е.В., заведующий кафедрой экологии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия);

Щукин С.В., заведующий кафедрой агрономии, канд. с.-х. наук, доцент (ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Секция «РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ»

Научная статья
УДК 632.51:[581.43:633.11]

Impact of weed infestation on root functional traits of wheat crop: an ecological assessment

Amandeep Kaur[1, 2], Anand Narain Singh[2]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia;
[2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India)

Abstract. Belowground competition or root competition between crop and weed species are scarce, often due to the difficulties of studying the species-specific root systems in mixtures. Root traits are the key regulators of water and nutrient uptake efficiency of plants; they can be used to quantify the role of roots in relation to yield development of crops. The present study was carried out to assess the ability of weeds by using selected root functional traits of wheat crop raised under various combinations of weeds and treatments. Results concluded that the weeds have much more inclination to exploit available ground resources and have a high capacity of inter-specific root competition to the wheat crop.

Keywords: *Avena sativa*, *Phalaris minor*, root functional traits, grain yield, wheat, weeds

Влияние засорителей на функциональные свойства корневой системы пшеницы: экологическая оценка

Амандип Каур[1, 2], Ананд Нараин Сингх[2]
([1]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия;
[2]Пенджабский университет, Чандигарх, Индия)

Аннотация. Конкуренция корневых систем засорителей и культурных растений достаточно слабо изучена из-за трудностей идентификации видовой специфичности непосредственно в смесях. Особенности корневых систем являются ключевыми регуляторами эффективности поглощения воды и питательных веществ растениями, а значит их можно использовать для количественной оценки роли корней в формировании урожайности сельскохозяйственных культур. Настоящее исследование было проведено с целью оценки засорителей пшеницы (*Avena sativa* и *Phalaris minor)* с использованием выбранных корневых функциональных признаков пшеницы, выращенной при различных комбинациях с данными засорителями. В результате был сделан вывод о том, что засорители имеют гораздо большую

склонность к использованию имеющихся земельных ресурсов и обладают высокой способностью межвидовой корневой конкуренции с пшеницей.

Ключевые слова: *Avena sativa*, *Phalaris minor*, функциональные признаки корней, урожайность пшеницы, засорители

Materials and methods

The experiments were conducted in consecutive three years during the Rabi season of 2014-2015, 2015-2016 and 2016-2017 at the experimental dome of Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India, located at 30.7601° N latitude and 76.7663° E longitude. The climate of the experimental area is humid subtropical with maximum temperature ranged from 16ºC to 25ºC, while the minimum from 9ºC to 18ºC. The average annual rainfall is about 1100 mm. To ensure maximum seedling emergence, the seed was sown at 4 to 5 cm in soil depth. According to the experimental design, total four combinations were prepared i.e. (1) monoculture (W) (100 % of *Triticum aestivum* L.) (2) mixed-culture plots as (W+A) (50:50%) seeds of wheat and Avena (3) mixed culture as (W+P) (50:50%) seeds of wheat and Phalaris and (4) wheat with both Avena and Phalaris (W+A+P) (33:33:33%). Selected weeds were *Avena sativa* and *Phalaris minor*. The plants were harvested properly, and roots were separated. Further, roots were carefully washed under the running tap water; then clean with brush and filter paper. After that, fresh weight was taken and then put the same root sample in the oven to take the dry weight. Root length (RL, cm) was measured from ground level to the tip of the root sample by using a measuring tape. Root weight ratio (RWR) was calculated by dividing root dry weight by total plant dry weight [Kadam et al., 2015]. Root biomass (RB, g m^{-2}) was calculated by dividing the dry weight of root per unit ground area. Specific root length (SRL, cm g^{-1}) was calculated by dividing the root length of root per unit root dry weight [Kadam et al., 2015]. The data were statistically analysed by adopting standard procedures. Statistical analyses were conducted through statistical software (SPSS-PC, 2005, version 14.0) for all kinds of statistical calculations. Two tailed Spearman correlation was conducted to see the effect of root functional traits with grain yield of wheat crop under weed infestation.

Results

Root length is one of the important root functional traits is considered being primary drivers of uptake of the soil moisture and nutrients. Maximum root length of wheat (8.87 cm) was recorded in monoculture while minimum (7.10 cm) in the W+P combination (Table 1). It was observed that the development of root was getting suppression due to the presence of neighbouring sown plants in mixed culture. This may due to large root system with a high uptake of phosphorus and nitrogen by weeds under crop-weed competition. It has been reported a widespread root system in Avena which has a higher level of competition for soil resources particularly with water and nutrients with neighbouring plants. Species with low specific leaf area, have more of dry matter content with maximum concentrations of cell walls and secondary compounds; resulted in more leaf growth and root longevity.

Table 1 – Average root parameters of wheat crop under various combinations. (Pooled data of three years)

Combinations of wheat crop with weeds	DAS (Days after sowing)				Average	CD (p=0.05)
	30-	60-	90-	120-		
	Root length (cm)					
W (monoculture)	5.12	9.03	10.15	11.20	8.87	0.06
W+A	3.83	7.88	9.42	9.81	7.74	0.06
W+P	4.40	5.64	8.65	9.72	7.10	0.16
W+A+P	4.18	6.98	8.85	8.54	7.14	0.04
	Root weight ratio					
W (monoculture)	0.056	0.084	0.056	0.013	0.052	0.062
W+A	0.050	0.085	0.078	0.026	0.060	0.064
W+P	0.062	0.163	0.093	0.028	0.087	0.164
W+A+P	0.055	0.056	0.040	0.030	0.045	0.048
	Root biomass (g m^{-2})					
W (monoculture)	0.67	8.02	22.75	27.97	14.85	27.35
W+A	0.53	6.19	13.17	20.88	10.19	13.11
W+P	0.55	5.39	17.64	23.52	11.78	20.22
W+A+P	0.53	2.41	8.04	12.10	5.77	8.49
	Specific root length (cm g^{-1})					
W (monoculture)	767.57	338.41	96.70	41.11	784.75	767.57
W+A	976.16	245.42	89.66	50.07	870.63	976.16
W+P	550.05	114.43	105.74	62.19	458.21	550.05
W+A+P	957.28	322.58	192.64	92.32	660.83	957.28

The results showed that root weight ratio of wheat crop increased in wheat-weed mixture plots than monoculture which is in agreement with findings of Singh et al. [2013] who observed in P. minor-wheat mixture, the root weight ratio of the wheat crop was slightly increased from wheat monoculture. The root biomass of wheat crop was substantially declined by 52.0 % when both weeds were grown together (Table 1). This finding is in accordance with Siddiqui et al. [2010]. This reduction may be attributed to its rapid and luxurious growth in the wheat field. Furthermore, being a member of the same family (Poaceae) to which wheat belongs, this weed may have the same nutrient requirements as that of wheat. Outcomes of the study showed that specific root length of wheat was higher in various mixed combination with Avena than with Phalaris and with both weeds from monoculture. This might be due to a negative relationship with root dry weight i.e., more the root dry weight, less the SRL. The competition for water and nutrients occurs in below ground which mainly depends on the rooting pattern and their volume and for producing of an equal amount of dry matter the weeds absorb more moisture from the soil than the crop [Korav et al., 2018].

Correlations between root traits and grain yield under various combinations

Better development of root architecture in the wheat crops may augment a good grain yield. Therefore, all studied root functional traits (RL, RWR, RB and SWR) were subjected to develop correlations. Root biomass is a direct function of the grain yield, while other remaining traits i.e. root length, root weight ratio and specific root length significantly represent the extent of the root biomass production in any

condition even under weed infestation. However, under weed infestation, it has been observed that growth and reproductive traits (grain yield) were significantly varied under combinations. Through, this correlation, it would be clear that root functional traits of the wheat crop are significantly affected under weed infestation and their development of below-ground component directly depict a positive relationship with most important traits of above-ground component (grain yield). The maximum grain yield was observed under monoculture and minimum when wheat grow with both the weeds followed by and W+P [Kaur et al., 2020]. Present study indicated a positive relationship between root biomass and root length (r = 0.755) and grain yield (r = 0.784). Since root length is the parameter that reflects more accumulation in biomass of root, therefore, root biomass reflected a very positive significant relationship with grain yield (r = 0.757). This is in acceptance with Mahajan et al. [2014] which reported that root biomass had a significant positive correlation grain yield in rice-weed competition. These results indicate that this parameter could have played a vital role in improving grain yield under crop-weed competition.

Conclusion

Results indicated that under different mixed combinations of weeds, root functional trait of wheat crop (root length and root biomass) were significantly reduced from monoculture. However, the highest reduction of corresponding parameters was observed when wheat was grown mixed with both the weeds and full doses of fertilizers and water supply. The overpowering weed i.e., Avena had more capacity to undertake the maximum nutrients and water resources at the growth stage of the crop. The weeds have much more inclination to exploit available ground resources and have a high capacity of inter-specific root competition to the wheat crop. Yield production of the wheat crop was positively correlated with root length and root biomass under weed infestation reflecting a favourable response of the root functional traits under weed-crop competition.

References

1. Kadam N.N., Yin X., Bindraban P.S., Struik P.C. and Jagadish K.S. Does morphological and anatomical plasticity during the vegetative stage make wheat more tolerant of water deficit stress than rice? Plant physiology. – 2015, – No. 167(4). – P. 1389-1401.
2. Singh V., Singh H. and Raghubanshi A.S. Competitive interactions of wheat with Phalaris minor or Rumex dentatus: A replacement series study. International journal of pest management. – 2013, – No. 59(4). – P. 245-258.
3. Siddiqui I., Bajwa R., Zil-e-Huma and Javaid A. Effect of six problematic weeds on growth and yield of wheat. Pakistan Journal of Botany. – 2010. – No. 42(4). – P. 2461-2471.
4. Korav S., Dhaka A.K., Singh R., Premaradhya N. and Reddy G. C. A study on crop weed competition in field crops. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018, – No. 7(4). – P. 3235-3240.
5. Mahajan G., Ramesha M.S. and Chauhan B.S. Response of rice genotypes to weed competition in dry direct-seeded rice in India. The Scientific World Journal. – 2014, 641589.

6. Kaur A., Chand R. and Singh A.N. (2020). Suppressibilty of nutrients and water use efficiencies of wheat (*Triticum aestivum*) under weed infestation. Annals of Plant and Soil Research. – 2020, – No. 22(2). – P. 166-171.

Научная статья
УДК 581.45:581.524.2

Role of leaf construction cost as a vital trait in invasibility

Amandeep Kaur[1, 2], Anand Narain Singh[2]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia;
[2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India)

Abstract. Invasive species has other morphological and physiological traits that increase their light capture and utilization efficiency due to maximizing photosynthesis and growth. So, it is to understand that how and why these species morphologically, physiologically and biochemically does modifications of invaded ecosystems. The main objective is to understand that leaf construction cost which is one of the leaf traits might play key role in increasing the degree of invasibilty amongst invasive plant species. Literature survey and analysis reflected that invasive species invested low amount of glucose budget to construct invasive plants are investing energy for other purposes. In conclusion, invasive plant species are very smart in nature enabling structural and functional traits to modify invaded ecosystem accordingly while native plants are behaving with respect to the local environment. Thus, more study warranted to understand this complex mechanism.

Keywords: Leaf construction cost, Invasive species, Native species, degree of invasibility

Роль строения листа как важнейшего признака способности к инвазии

Амандип Каур[1, 2], Ананд Нараин Сингх[2]
([1]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия;
[2]Пенджабский университет, Чандигарх, Индия)

Аннотация. Инвазивные виды обладают различными морфологическими и физиологическими признаками, которые повышают эффективность поглощения и использования света за счет усиления фотосинтеза и роста. В настоящее время важно понять, как и почему эти виды морфологически, физиологически и биохимически изменяют чужеродные экосистемы. Основная цель состоит в том, чтобы понять, что строение листа, которое является одной из характеристик листьев, может играть ключевую роль в повышении степени инвазивности среди инвазивных видов растений. Обзор и анализ литературы показали, что инвазивные виды использовали небольшое количество глюкозы для создания инвазивных растений, которые в свою очередь являются

источником энергии для других целей. Следует также отметить, что инвазивные виды растений очень весьма пластичны, позволяя структурным и функциональным признакам соответствующим образом изменять чужеродную экосистему, в то время как местные растения сохраняют местную окружающую среду. Таким образом, необходимы дополнительные исследования, чтобы понять этот сложный механизм.

Ключевые слова: строение листа, инвазионные виды, местные виды, степень инвазивности

Equations for calculating Leaf Construction Cost

Several workers have developed methods for estimating the construction costs of different parts (leaf, root and stem) of the plant [Griffin, 1994]. Williams et al. [1987] provided a set of techniques and equations to estimate the construction costs of plants with measurements of the heat of combustion, ash content, and organic nitrogen content.

$$CC = \frac{\left[(0.06968\ \Delta Hc - 0.065)(1 - A) + 7.5\left(\frac{kN}{14.0067}\right)\right]}{Eg},$$

where CC, g glucose g^{-1} dry weight, Δ Hc is the heat of combustion (kJ g-l), A is the inorganic fraction of the dry weight (ash content), k is the oxidation number for nitrogen (-3 for ammonium), Eg is growth efficiency and N is the nitrogen content (g g^{-l}).

Construction costs can also be calculated by the formula given by of Vertregt and Penning de Vries [1987] which is slightly modified by Poorter (1994).

$$CC = (-1.1041 + 5.077Com)(1 - M) + (5.325Norg),$$

where CC are the construction costs (g glucose g^{-1}), Com the C content of the organic material (g g^{-1}) and M and N_{org} the mineral and organic N concentration of the total dry mass (in g g^{-1}), respectively.

Also, leaf construction cost LCC (g glucose g^{-1}) was calculated by the formula given by Barthod and Epron 2005.

$$CC = [-1.041 + \frac{5.077C}{1-A}](1 - A),$$

where CC is construction cost in g glucose g^{-1}, C is carbon in g g^{-1} and A is ash in g g^{-1}.

Resource utilization, Efficiency and invasion success

Resource allocation refers to the distribution in a plant of carbon, nitrogen, and other nutrients among structures which perform different essential functions, such as photosynthesis, nutrient acquisition, or reproduction [Lovett-Doust, 1989]. The way a plant allocates resources among different organs and different metabolic functions affects its overall growth and performance in a particular habitat and it has been defined as the amount of glucose required to provide carbon skeletons, reductant, and energy for the synthesis of organic compounds and these estimates thus provide a link between carbon fixation and changes in biomass [Chiariello et al., 1989]. This cost can also be indirectly related to the efficiency of resource utilization [Griffin 1994]. Nutrients amount in the vegetative parts such as leaves; mainly Nitrogen and Phosphorous are important elements of growth potential. Although plants with low

leaf nutrient concentration tend to be more nutrient use efficient, high leaf nutrient concentration, especially Nitrogen, stimulates growth and development and allows a more efficient use of radiant energy by increasing the instantaneous photosynthetic nitrogen use i.e less value of these nutrients depicted the plants with moderately high nutrient use efficiency (NUE) [Chapin, 1980].

Comparative LCC potential between native and invasive species

Comparisons across invasive and non- invasive alien species are an effective approach to detect the potential traits associated with invasiveness, while this approach is seldom used. Song et al. [2007] examined the energetic cost of leaf construction in the invasive weed *Mikania micrantha* and its five common co-occurring species which provides insight into the success of this invasive weed and found this invasive species had less LCC and dominated the studied community with 60% coverage. This showed that the less value of LCC is associated with its great abundance which indicated that low energetic cost might benefit its spread and with addition to it, more SLA while less carbon and nitrogen concentrations providing it use other competitive strategies by invasive plant species. It showed that the LCC for the invasive plant species were lower than those for the native species. Similar type of findings was reported where comparison between constructions costs was evaluated between invasive plant species *Lythrum Salicaria* and co-occurring native species and it was found that this species may require less energy and use energy more resourcefully for biomass construction than co-occurring non-invasive plant species [Nagel and Griffin, 2001]. So, overall, it shows a negative correlation between species abundance and leaf construction cost which indicated low energy requirements or high energy efficiency may influence relative abundance in the plant species studied and as it correlates with species abundance in this study, construction cost may be a useful tool for evaluating invasive potential [Nagel and Griffin, 2001]. Feng et al. [2008] compared invasive and native species found that the invasive species have higher specific leaf area than their respective non-invasive alien congeners and also observed that more specific leaf area was indeed the most important trait for the two invaders, which was associated with their less LCC, higher nitrogen allocation to photosynthesis and photosynthetic nitrogen use efficiency (PNUE). Osunkoya et al. [2010] showed that less value of LCC was exhibited by invasive species, while ash content, maximum photosynthesis, light-use efficiency (LUE), photosynthetic use efficiency (PUE) and specific leaf area (SLA) were higher in this group relative to the native group. Several studies have been reported where it has been explained that the cost of constructing leaves in the invasive group was lower and, consequently, one can expect leaf payback time to occur rapidly (in terms of revenue stream through higher carbon fixation potential per investment) and leaf longevity to be shorter [Poorter et al., 2006] compared with the natives. On the other hand, the lower resource needs (LCC) and shorter leaf life span when combined with the instantaneous PUE may still lead to a higher long-term PUE for the invasive group. However, one cannot assume that high biomass production by an invasive species is the direct result of high rates of carbon dioxide assimilation. In particular, nitrogen was nearly always significantly higher for invasive species regardless of

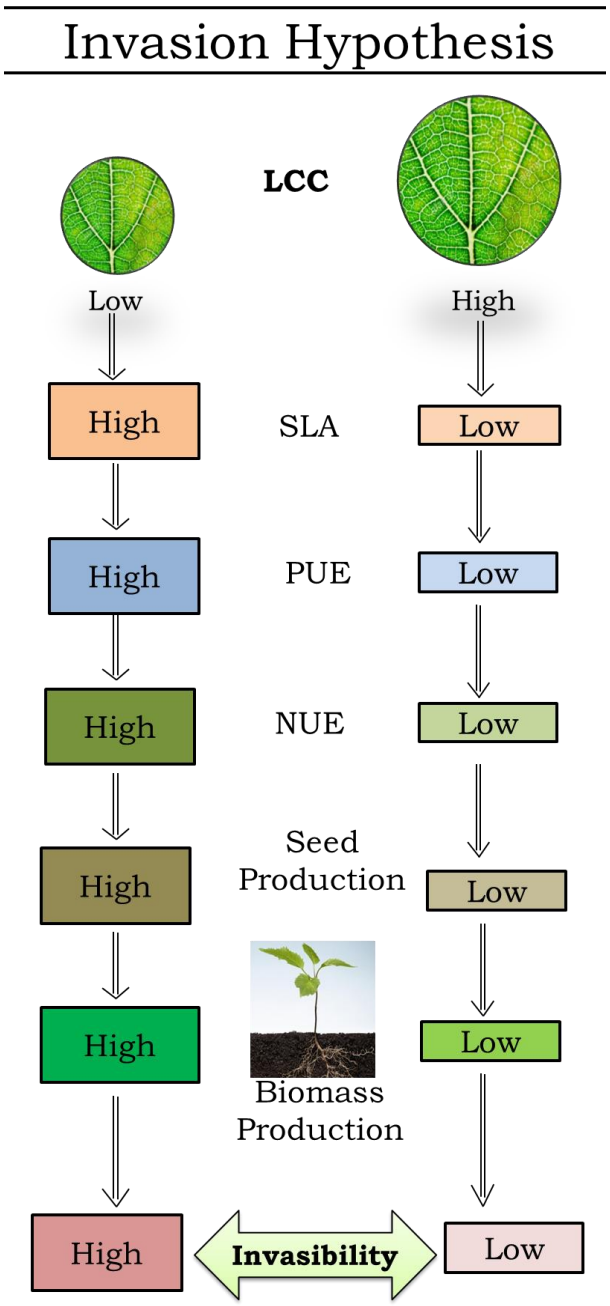


Figure 1 – General hypothetical outline of invasion hypothesis describes degree of invasibility
(LCC – Leaf construction cost,
PUE – Photosynthetic use efficiency,
NUE – Nutrient use efficiency)

whether the comparison with natives was done according to life form, elevation, or substrate type [Baruch and Goldstein, 1999]. Overall, invasive species appear to be better suited than native species to capturing and utilizing light resources, particularly in high-light environments such as those characterized by relatively high levels of disturbance.

Conclusion and future aspects

Many traits have been hypothesized to be more significant in explanation of success of a specific invasive species in a given habitat. This may be due to alterations in reproductive exertions, seed dispersal, seedling formation, growth and carbon fixation rate, acclimation potential, susceptibility to herbivory and pathogens, phenology, age of reproductive maturity, and genetics can all act as important predictors of invasive ability. When definite life history features are similar between invasive and native species, such as overall reproductive potential, growth form, and successful invading species must either capture limiting resources more efficiently than native species. It is also crucial for the future management of invasive species to assess how leaf carbon gain responds to rapid environmental changes, especially temperature changes. So, more comparison can be understood by comparing photosynthetic performance between invasive and non-invasive plants species Although the available literature concerning LCC is substantial and studies focused on invisibility are still scarce. However, there remains much scope for further research into species traits conferring invasiveness. This review article showed that invasive plant species had higher values for those traits related to performance except LCC and utilize energy, carbon and other nutrients more efficiently in various other growth strategies such as seed production, biomass

production and relative growth rate (RGR) than the native species. This is encouraging and suggests that considering this type of traits might contribute to predicting future plant species invasions and more understanding of the physiological and environmental factors should be explored that influence the invasive potential of plant species is important to facilitate preventative and remediation efforts.

References

1. Griffin K.L. Calorimetric estimates of construction cost and their use in ecological studies. Functional Ecology. – 1994. – No 8. – P. 551-562.
2. Williams K., Percival F., Merino J., Mooney H.A. Estimation of tissue construction cost from heat of combustion and organic nitrogen content. Plant, Cell & Environment. – 1987. – No 10. – P. 725-734.
3. Vertregt N., Penning de Vries F.W.T. A rapid method for determining the efficiency of biosynthesis of plant biomass". Journal of Theoretical Biology. –1987. – No 128. – P. 109-119.
4. Poorter H. Construction costs and payback time of biomass: a whole plant perspective. In Roy J, Gamnier E, eds. A whole plant perspective of carbon-nitrogen interactions. The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing. – 1994. – P. 111-127.
5. Barthod S., Epron. D. Variations of construction cost associated to leaf area renewal in saplings of two co-occurring temperate tree species (Acer platanoides L. and Fraxinus excelsior L.) along a light gradient. Annals of Forest Science. – 2005. – No 62. – P. 545-551.
6. Lovett Doust J. Plant reproductive strategies and resource allocation". Trends Ecol. Evol. – 1989. – No 4. – P. 230-234.
7. Chapin III F.S. The mineral nutrition of wild plants. Annual Review of Ecology and Systematics. – 1980. – No 11. – P. 233-260.
8. Chiariello N.R., Mooney H.A., Williams. K. Growth. Carbon allocation and cost of plant tissues. – 1989. – P. 327–365. In: R.W. Pearcy, J. Ehleringer, H.A. Mooney, and P.W. Rundel (eds.). Plant physiological ecology: Field methods and instrumentation. Chapman and Hall, N.Y
9. Song L.Y., Ni G.Y., Chen B.M., Peng S.L. Energetic cost of leaf construction in the invasive weed, Mikania micrantha H.B.K. and its co-occurring species: implications for invasiveness. Botanical Studies. – 2007. – No 48. – P. 331-338.
10. Nagel J.M., Griffin K.L. Construction cost and invasive potential: comparing Lythum salicaria (Lythaceae) with co-occurring native species along pond banks. American Journal of Botany. – 2001. – No 88. – P. 2252-2258.
11. Feng, Yu-Long & Fu, Gai-Lan & Zheng, Yu-Long. Specific leaf area relates to the differences in leaf construction cost, photosynthesis, nitrogen allocation, and use efficiencies between invasive and noninvasive alien congeners. Planta. – 2008. – No 228. – P. 383-390.
12. Osunkoya O.O., Bayliss D., Panetta F.D., Vivian-Smith G. Leaf trait co-ordination in relation to construction cost, carbon gain and resource-use efficiency in exotic invasive and native woody vine species. Annals of Botany. – 2010. – No 106(2). – P. 371-380.

13. Poorter H, Pepin S, Rijkers T, De Jong Y, Evans JR, Korner C. Construction costs, chemical composition and payback time of highand low-irradiance leaves". Journal of Experimental Botany. –2006. – No 57. – P. 355-371.
14. Baruch Z., Goldstein G. Leaf construction cost, nutrient concentration, and net CO_2 assimilation of native and invasive species in Hawaii. Oecologia. – 1999. – No 121. – P. 183-192.

Научная статья
УДК 547.56:[633.111.5+633.111]

Comparative study of phenolic acids profile of emmer and common wheat

Magdaléna Lacko-Bartošová[1], Amandeep Kaur[1, 2], Lucia Lacko-Bartošová[1], Ľubomír Kobida[1], Sergey Shchukin[3]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia;
[2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India;
[3]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. Phenolic compounds, especially phenolic acids (PAs), are believed to be one of the major contributors to the antioxidant activity of cereal grains. This study determined and compared profiles of phenolic acids in emmer cultivars and breeding lines to common wheat, in the three-year controlled field experiment under organic management. In cereals grain, phenolic acids occur in soluble free, soluble conjugated and insoluble bound forms. Results concluded that the highest phenolic acids concentration was determined for emmer Farvento and breeding line. Free phenolic acids concentration was the lowest for common wheat. Emmer cultivar Farvento distinguished by the highest concentration of individual free and bound forms of phenolic acids.

Keywords: emmer; common wheat; Phenolic acids, free phenolic acids, bound phenolic acids

Сравнительное исследование профиля фенольных кислот полбы и мягкой пшеницы

Магдалена Лацко-Бартошова[1], Амандип Каур[1, 2], Люсия Лацко-Бартошова[1], Любомир Кобида[1], Сергей Щукин[3]
([1]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия;
[2]Пенджабский университет, Чандигарх, Индия;
[3]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. Фенольные соединения, особенно фенольные кислоты (ФК), считаются одним из основных факторов, влияющих на антиоксидантную активность зерна злаков. Это исследование определяло и сравнивало профили фенольных кислот в сортах полбы и селекционных линиях с пшеницей

обыкновенной в трехлетнем контролируемом полевом эксперименте в условиях органического земледелия. В зерне злаков фенольные кислоты находятся в растворимой свободной, растворимой сопряженной и нерастворимой связанной формах. Результаты показали, что наивысшая концентрация фенольных кислот была определена для полбы Фарвенто и селекционной линии. Концентрация свободных фенольных кислот была наименьшей для мягкой пшеницы. Сорт полбы Фарвенто отличался наиболее высокой концентрацией индивидуальных свободных и связанных форм фенольных кислот.

Ключевые слова: полба; мягкая пшеница; фенольные кислоты, свободные фенольные кислоты, связанные фенольные кислоты

Materials and methods

Field experiments were established at experimental station of the Slovak University of Agriculture in Nitra – Dolna Malanta (48° 19′ N, 18° 07′E). The elevation of experimental fields was 177-178 m. a. s. l., the climate was continental with average long-term (1951-2000) annual temperature 9.9 °C and average annual long term (LT) precipitations of 547.6 mm. Experimental area was located on a Haplic luvisol developed on proluvial sediments mixed with loess. Six winter cultivars and breeding lines of emmer (Agnone, Guardiaregia, Farvento, Molise sel Colli, PN 6-37, PN 4-41) and one winter bread wheat cultivar (Laudis) was grown under organic farming management during three consecutive growing periods (2015-2017).

Flowering and maturation periods of experimental years were differentiated. First year (2015) was characterized by very dry June and July (only 15.4% and 29.0% of LT precipitations), this dry period was accompanied by high and extremely high temperatures (in July 3.6°C over long-term average). In the second growing year (2016), this period started with wet May, when recorded precipitations represented 163.0% of long-term average, temperature was at the level of LTA. June was warm and very dry (only 21.7% of LT precipitations). July was warmer than LT temperature about 1.4 °C and very wet (227.1% of LT precipitations). In the third growing year (2017), deficiencies of precipitations were recorded in May and June. Moreover, in June the highest temperature (2.9 °C over LT average) was measured, out of all experimental years. Precipitations in July achieved 101.2% of LT average.

The quantitative and qualitative analyses of the PAs were done using HPLC/MS/MS system AGILENT 1260 (AGILENT, USA) equipped with DAD detector, Triple Quadrupole 6410 MS/MS detector, autosampler and multicolumn thermostat, as reported by Brandoliny et al. [23]. The software STATISTICA version 10.0 (StatSoft Inc., USA) was used to process the results.

Results

In the present study, individual phenolic acids concentrations were analyzed for free and bound fractions. Phenolic acids included ferulic, *p*-hydroxybenzoic (*p*-HBA), *p*-coumaric, syringic, sinapic, salicylic and caffeic (Table 1, 2). As expected, the predominant phenolic acid in all cultivars was ferulic one, which accounted for 67.10% of free PAs in common wheat and from 65.76% (Guardiaregia) to 66.02% (Farvento) in emmer. The second predominant PAs was syringic acid with average 11.67% share on total free PAs, followed by sinapic acid (7.39%), *p*-HBA (5.34%), salicylic

(3.77%), *p*-coumaric acid (3.59%) and the last caffeic acid (2.12%). The significantly lowest concentrations of all analyzed free PAs (excepting ferulic) were found in common wheat, the concentration of free ferulic acid (19.87 μg g^{-1} DM for common wheat) was at the level of emmer PN 6-37 (20.32 μg g^{-1} DM) which was the lowest of all emmer cultivars.

Table 1 – Effect of wheat cultivars and growing years on free individual phenolic acids concentration (μg g^{-1} DM) in whole grain meal

Species, Cultivars, breeding lines	Ferulic Acid	*p*-HBA[1]	*p*-Coumaric Acid	Syringic Acid	Sinapic Acid	Salycylic Acid	Caffeic Acid
T. *aestivum*, Laudis	19.87 ± 4.25 d	1.53 ± 0.29 e	1.05 ± 0.21 e	3.30 ± 0.58 d	2.08 ± 0.37 e	1.06 ± 0.22 e	0.61 ± 0.15 e
T. *dicoccon*							
Agnone	22.00 ± 2.99 c	1.80 ± 0.25 c	1.21 ± 0.16 c	3.98 ± 0.50 b	2.46 ± 0.35 c	1.27 ± 0.18 c	0.71 ± 0.10 bc
Guardiaregia	21.63 ± 2.64 c	1.79 ± 0.25 c	1.19 ± 0.16 c	3.84 ± 0.46 b	2.46 ± 0.34 c	1.26 ± 0.16 c	0.70 ± 0.08 c
Farvento	24.54 ± 2.83 a	1.99 ± 0.25 a	1.33 ± 0.16 a	4.31 ± 0.46 a	2.77 ± 0.34 a	1.41 ± 0.16 a	0.80 ± 0.09 a
Molise	21.61 ± 3.48 c	1.75 ± 0.31 c	1.18 ± 0.19 c	3.83 ± 0.67 b	2.44 ± 0.40 c	1.26 ± 0.23 c	0.70 ± 0.11 c
PN-6-37	20.32 ± 1.86 d	1.64 ± 0.13 d	1.10 ± 0.10 d	3.62 ± 0.33 c	2.29 ± 0.21 d	1.16 ± 0.11 d	0.66 ± 0.07 d
PN-4-41	23.24 ± 3.04 b	1.87 ± 0.26 b	1.27 ± 0.16 b	4.18 ± 0.54 a	2.63 ± 0.37 b	1.35 ± 0.17 b	0.74 ± 0.09 b
p cultivars (C)	***	***	***	***	***	***	***
2015	19.54 ± 1.43 c	1.58 ± 0.13 c	1.06 ± 0.09 c	3.49 ± 0.30 c	2.20 ± 0.19 b	1.11 ± 0.12 c	0.63 ± 0.06 c
2016	25.78 ± 1.79 a	2.08 ± 0.19 a	1.39 ± 0.11 a	4.49 ± 0.42 a	2.87 ± 0.29 a	1.47 ± 0.13 a	0.82 ± 0.06 a
2017	20.35 ± 2.22 b	1.65 ± 0.20 b	1.11 ± 0.12 b	3.61 ± 0.43 b	2.27 ± 0.27 b	1.18 ± 0.14 b	0.66 ± 0.08 b
p year (Y)	***	***	***	***	***	***	***
p C x Y	***	***	*	**	**	**	*

Values in column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$

Cultivar Farvento was characterised by the highest concentration of all seven analysed free phenolic acids, and at the same time the emmer breeding line PN 6-37 achieved the lowest concentration of all analysed PAs out of all emmer samples. Comparable with the results of total free PAs (Table 1), the second highest concentrations of all analysed individual PAs were found in breeding line PN 4-41. Good bioavailability of free ferulic acid was reported by Anson et al. [2009]. Its absorption occurred mostly from the small intestine, therefore for phenolic antioxidant intake, free extractable polyphenols are especially important. Non-extractable polyphenols can be used in the diet after acidic hydrolysis [Kern et al., 2003]. From this point of view, significantly higher concentration of free phenolic acids of all emmer samples compared to common wheat, may provide health benefits in human diet.

Table 2 – Effect of wheat cultivars and growing years on bound individual phenolic acids concentration (μg g^{-1} DM) in whole grain meal

Species, Cultivars, breeding lines	Ferulic Acid	*p*-HBA[1]	*p*-Coumaric Acid	Syringic Acid	Sinapic Acid	Salycylic Acid	Caffeic Acid
T. *aestivum*, Laudis	345.2 ± 63.4 b	3.33 ± 0.40 a	9.36 ± 2.39 cd	3.10 ± 0.72 a	2.01 ± 0.33 cd	1.44 ± 0.20 a	2.14 ± 0.47 c
T. *dicoccon*							
Agnone	346.9 ± 85.0 b	3.09 ± 0.77 b	10.36 ± 2.69 b	2.76 ± 0.65 c	2.08 ± 0.51 bc	1.37 ± 0.33 b	2.43 ± 0.60 b
Guardiaregia	311.2 ± 61.1 d	2.82 ± 0.55 c	9.33 ± 1.99 cd	2.46 ± 0.43 e	1.83 ± 0.34 e	1.24 ± 0.25 c	2.19 ± 0.41 c
Farvento	370.5 ± 69.1 a	3.34 ± 0.79 a	11.00 ± 2.19 a	2.89 ± 0.51 b	2.20 ± 0.38 a	1.50 ± 0.27 a	2.60 ± 0.50 a
Molise	328.9 ± 96.2 c	2.93 ± 0.90 c	9.87 ± 2.79 bc	2.60 ± 0.69 d	1.97 ± 0.58 d	1.34 ± 0.39 b	2.34 ± 0.69 b
PN-6-37	310.5 ± 58.8 d	2.83 ± 0.61 c	9.23 ± 1.84 d	2.48 ± 0.48 e	1.86 ± 0.39 e	1.22 ± 0.22 c	2.15 ± 0.39 c
PN-4-41	365.9 ± 101.4 a	3.12 ± 0.94 b	10.91 ± 3.11 a	2.94 ± 0.82 b	2.18 ± 0.60 ab	1.45 ± 0.43 a	2.58 ± 0.70 a
p cultivars (C)	***	***	***	***	***	***	***
2015	287.4 ± 29.0 b	2.58 ± 0.35 c	8.34 ± 0.78 b	2.30 ± 0.22 c	1.74 ± 0.21 b	1.16 ± 0.14 b	2.04 ± 0.23 b
2016	439.9 ± 43.1 a	3.98 ± 0.41 a	13.18 ± 1.33 a	3.55 ± 0.42 a	2.58 ± 0.30 a	1.76 ± 0.19 a	3.01 ± 0.39 a
2017	292.4 ± 26.2 b	2.67 ± 0.28 b	8.51 ± 0.91 b	2.39 ± 0.24 b	1.73 ± 0.16 b	1.19 ± 0.11 b	1.99 ± 0.26 b
p year (Y)	***	***	***	***	***	***	***
p C x Y	***	***	***	***	***	***	***

Values in column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$

Dominance of ferulic acid among all phenolic acids in wheat species, accounting for more than 72% of free PAs and over 95% of bound forms was reported by Baranski et al. [2020]. The scarcity of data on the presence of free phenolic acids in ancient wheat has been declared, and at the same time it has been advocated for more in-depth research employing a variety of ancient and modern wheat species and cultivars. The bound forms of PAs represented the majority of all PAs in cereals under study. Results showed, that when all cultivars and breeding lines were analysed together, that bound ferulic acid accounted for 94.02% of the total bound PAs, followed by *p*-coumaric acid (2.77%), *p*-HBA (0.85%), syringic acid (0.76%), caffeic (0.65%), whereas sinapic (0.56%) and salicylic acid (0.38%) had the lowest concentrations. Emmer cultivar Farvento distinguished from all the other cultivars by the highest concentration of all individual bound PAs, except syringic acid. For breeding line PN 4-41, the highest concentrations of ferulic acid, *p*-coumaric, salicylic and caffeic acid were also measured, so the total concentration of bound PAs was at the level of Farvento cultivar. All the other cultivars of emmer were lower in the quantity of all analysed individual phenolic acids. Our findings showed, that the highest concentration of syringic acid was observed in common wheat, furthermore in this species also *p*-HBA, and salicylic acids were detected within the highest levels. However, the binding of ferulic acid to polysaccharides in

the cereal matrix limits its bioavailability and the insoluble – bound fraction did not show the cellular antioxidant activity [Okarter et al., 2012]. In this study, caffeic acid concentration of common wheat belonged to one of the lowest (2.14 μg g^{-1} DM), significant differences among other cultivars and breeding lines were detected. On the contrary, Baranski et al. [2020] reported, that only caffeic acid quantity was not different among wheat species of einkorn, emmer and spelt.

It is worth noting that for cultivars Farvento, Guardiaregia and breeding line PN 6-37, significant differences in the quantity of ferulic, *p*-HBA and syringic acids were observed across all experimental years, moreover Farvento and Guardiaregia showed substancial differences during all three years also in concentration of caffeic and salicylic acids. Significant differences in all experimental years were noticed for common wheat in quantity of ferulic, *p*-HBA and sinapic acids. Other cultivars (Agnone, Molisse, PN 4-41) responded differently to environmental conditions of growing years and the differences in concentrations of phenolic acids in 2015 and 2017 were not significant. Baranski et al. [2020] reported for ancient wheat species more frequent effect of cultivation year on free PAs (except for syringic acid) quantity, compared to bound PAs, for which the effect of year was found important for *p*-HBA, *p*-coumaric, salicylic and syringic acids. Bound caffeic acid concentration was not different among wheat species. Climate, meteorological conditions, agricultural systems, agri-technological measures like crop rotation, tillage but also genotypes can possibly affect the metabolic pathways in crops and the concentration of secondary metabolites differently, depending upon the crop species [Zrcková et al., 2019].

Conclusion

Results concluded that the highest PAs concentration was determined for emmer Farvento (431.3 μg g-1 DM) and breeding line PN 4-41 (424.5 μg g-1 DM). Free PAs concentration was the lowest for common wheat (29.5 μg g-1 DM). The dominant free PAs was ferulic (66.3%), followed by syringic (11.7%), sinapic (7.4%), p-hydroxybenzoic (5.3%), salicylic (3.8%), p-coumaric (3.6%), caffeic (2.1%). Bound ferulic acid accounted for 94.0% of total bound PAs, followed by p-coumaric (2.8%), p-hydroxybenzoic (0.8%), syringic (0.8%), caffeic (0.6%), sinapic (0.6%), salicylic (0.4%). Emmer cultivar Farvento distinguished by the highest concentration of individual free and bound forms of PAs. A substantial diversity in phenolic acids and flavonoids has been documented amongst wheat cultivars; hence, selecting wheat cultivars with greater amounts of phenolics would be a viable way for having a favorable effect on public health.

References

1. Brandolini, A.; Castoldi, P.; Plizzari, L.; Hidalgo, A. Phenolic acids composition, total polyphenols content and antioxidant activity of Triticum monococcum, Triticum turgidum and Triticum aestivum: A two-years evaluation. Journal of Cereal Science. – 2013. – No. 58(1). – P.123-131. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.03.011

2. Anson, N.M.; van den Berg, R.; Havenaar, R.; Bast, A.; Haenen, G.R.M.M. Bioavailability of ferulic acid is determined by its bioaccesibility. Journal of Cetreal

Science. – 2009. – No. 49. – P.238-247. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.12.001
3. Kern, S.M.; Bennett, R.N.; Mellon, F.A.; Kroon, P.A.; Garcia-Conesa, M.T. Absorption of hydroxycinnamates in humans after high-bran cereal consumption. Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – No. 51. – P. 6050-6055. DOI: https://doi.org/10.1021/jf0302299
4. Barański, M.; Lacko-Bartošová, M.; Rembiałkowska, E.; Lacko-Bartošová, L. The effect of species and cultivation year on phenolic acids content in ancient wheat. Agronomy. – 2020. – No. 10(5). – P. 673. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy10050673
5. Okarter, N. Whole grain consumption and Health of the Lower Gastrointestinal Tract: A Focus on Insoluble – Bound Phenolic Compounds. In: Bouayed, J., Bohn, T. (eds).: Nutrition, Well-Being and Health. Tech Publisher, Rijeka. – 2012. P. 49-72. DOI: https://doi.org/10.5772/30558
6. Zrcková, M.; Capouchová, I.; Paznocht, L.; Eliášová, M.; Dvořák, P.; Konvalina, P.; Janovská, D.; Orsák, M.; Bečková, L. Variation of the total content of polyphenols and phenolic acids in einkorn, emmer, spelt and common wheat grain as a function of genotype, wheat species and crop year. Plant, Soil and Environment. – 2019. – No. 65(5). – P. 260-266. DOI: https://doi.org/10.17221/134/2019-PSE

Научная статья
УДК 547.562:633.111.5

Phenolic compounds content and DPPH of emmer cultivars

Magdaléna Lacko-Bartošová[1], Amandeep Kaur[1, 2],
Lucia Lacko-Bartošová[1], Ľubomír Kobida[1], Alexander Trufanov[3]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia;
[2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India;
[3]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The main objective was to investigate phenolic compounds content and DPPH of emmer cultivars grown under organic farming management during three consecutive growing periods. The phenolic compounds, secondary metabolites which are produced by the plants throughout their growth and in response to stress, are good oxygen radical scavengers because they have an electron reduction potential that is lower than that of oxygen radicals. The established correlation between total phenolic concentration and total antioxidant activity suggests that phenolic compounds are directly responsible for antioxidant action. The understanding of bioactive compounds compositions could be a valuable information for breeding efforts to produce varieties rich in health promoting compounds, or support the cultivation and use of this type of cereals.

Keywords: emmer; common wheat; DPPH; radical scavenging; anti-oxidant activity; phenolic compounds

Содержание фенольных соединений и DPPH в различных сортах полбы

Магдалена Лацко-Бартошова[1], Амандип Каур[1, 2], Люсия Лацко-Бартошова[1], Любомир Кобида[1], Александр Труфанов[3]

([1]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия;
[2]Пенджабский университет, Чандигарх, Индия;
[3]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. Основная цель состояла в том, чтобы исследовать содержание фенольных соединений и DPPH сортов полбы, выращенных в условиях органического земледелия, в течение трех последовательных периодов выращивания. Фенольные соединения, вторичные метаболиты, которые вырабатываются растениями на протяжении всего их роста и в ответ на стресс, являются хорошими поглотителями кислородных радикалов, поскольку они обладают потенциалом восстановления электронов, который ниже, чем потенциал кислородных радикалов. Установленная корреляция между общей концентрацией фенолов и общей антиоксидантной активностью позволяет предположить, что фенольные соединения непосредственно ответственны за антиоксидантное действие. Понимание состава биологически активных соединений может быть ценной информацией для возможностей создания сортов, богатых полезными для здоровья соединениями, или для поддержки выращивания и использования этого типа злаков.

Ключевые слова: полба; мягкая пшеница; DPPH; захват свободных радикалов; антиоксидантная активность; фенольные соединения

Materials and methods

Field experiments were established at experimental station of the Slovak University of Agriculture in Nitra – Dolna Malanta (48° 19′ N, 18° 07′E). The elevation of experimental fields was 177-178 m. a. s. l., the climate was continental with average long-term (1951-2000) annual temperature 9.9 °C and average annual long term (LT) precipitations of 547.6 mm. Experimental area was located on a Haplic luvisol developed on proluvial sediments mixed with loess. Six winter cultivars and breeding lines of emmer (Agnone, Guardiaregia, Farvento, Molise sel Colli, PN 6-37, PN 4-41) and one winter bread wheat cultivar (Laudis) was grown under organic farming management during three consecutive growing periods (2015-2017).

Flowering and maturation periods of experimental years were differentiated. First year (2015) was characterized by very dry June and July (only 15.4% and 29.0% of LT precipitations), this dry period was accompanied by high and extremely high temper-atures (in July 3.6°C over long-term average). In the second growing year (2016), this period started with wet May, when recorded precipitations represented 163.0% of long-term average, temperature was at the level of LTA. June was warm

and very dry (only 21.7% of LT precipitations). July was warmer than LT temperature about 1.4 °C and very wet (227.1% of LT precipitations). In the third growing year (2017), deficiencies of precipitations were recorded in May and June. Moreover, in June the highest temper-ature (2.9 °C over LT average) was measured, out of all experimental years. Precipitations in July achieved 101.2 % of LT average.

Free and bound phenolic extracts were prepared according by the method of Van Hung et al. [2009]. The free and bound phenolics were determined using Fiolin-Ciocalteu´s reagent according to Van Hung et al. [2009] with some modification. The scavenging activity against 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil hydrate (DPPH) radical (95%, Sigma-Aldrich Chemie, Steinheim, Germany) was measured according to the method of Van Hung et al. [2009] and Huang et al. [2005]. The software STATISTICA version 10.0 (StatSoft Inc., USA) was used to process the results.

Results

A compound with significant anti-oxidant capacity successfully traps the radical in the DPPH radical scavenging method, halting its expansion and subsequent chain reaction [Liu and Yao, 2007]. All tested cultivars and breeding lines of emmer and common wheat were antioxidatively active, their radical scavenging activities varied in a wide range (Table 1).

Table 1 – Effect of wheat cultivars and growing years on phenolic concentrations (μg FAE g-1 DM) and DPPH (%) in whole grain meal

Species, Cultivars, breeding lines	Phenolic compounds (μg FAE g^{-1} DM)			DPPH (%)		
	Free	Bound	Total	Free	Bound	Total
T. *aestivum*, Laudis	271.4 ± 46.4 a	1631.2 ± 258.5 a	1902.6 ± 303.6 a	20.58 ± 4.03 a	31.14 ± 6.15 a	51.72 ± 10.05 a
T. *dicoccon*						
Agnone	209.7 ± 36.3 e	1123.3 ± 187.0 d	1332.0 ± 221.4 d	11.37 ± 1.59 d	17.16 ± 2.24 de	28.53 ± 3.78 d
Guardiaregia	220.2 ± 37.0 d	1108.3 ± 174.8 de	1328.5 ± 210.7 de	10.51 ± 1.69 e	16.68 ± 3.30 e	27.18 ± 4.89 e
Molise	237.6 ± 42.0 c	1244.7 ± 215.0 c	1482.3 ± 254.5 c	11.89 ± 2.26 c	17.92 ± 3.37 cd	29.81 ± 5.57 c
Farvento	271.4 ± 45.7 a	1396.9 ± 242.4 b	1668.3 ± 286.0 b	14.11 ± 2.38 b	21.31 ± 3.35 b	35.41 ± 5.67 b
PN 6-37	215.2 ± 37.9 de	1071.6 ± 167.8 e	1286.8 ± 201.9 e	10.72 ± 2.11 e	15.44 ± 2.66 f	26.16 ± 4.61 f
PN 4-41	249.2 ± 37.7 b	1271.1 ± 205.8 c	1520.3 ± 240.9 c	12.09 ± 1.71 c	18.15 ± 3.70 c	30.24 ± 5.39 c
p cultivars (C)	***	***	***	***	***	***
2015	221.6 ± 24.5 b	1155.4 ± 182.2 b	1377.0 ± 201.6 b	12.16 ± 2.81 b	17.94 ± 4.50 b	30.10 ± 7.26 b
2016	290.8 ± 32.2 a	1533.9 ± 232.0 a	1824.6 ± 260.5 a	15.92 ± 4.39 a	24.29 ± 6.62 a	40.21 ± 10.90 a
2017	205.3 ± 23.8 c	1102.4 ± 166.0 c	1307.7 ± 185.2 c	11.03 ± 2.95 c	16.83 ± 4.32 c	27.86 ± 7.24 c
p year (Y)	***	***	***	***	***	***
p C x Y	**	**	***	***	***	***

Values in column followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$

There were remarkable differences in antioxidant properties of emmer and common wheat. Extracts of emmer cultivars were able to scavenge between 26.16% (PN 6-37) and 35.41% (Farvento) of DPPH radicals, differences between cultivars and breeding lines of emmer were significant. DPPH scavenging activity of bound phenolic extracts was higher compared to free phenolic extracts, ranging from 15.44% (PN 6-37) to 31.14% (common wheat). None of emmer cultivars achieved the level of common wheat in the ability to scavenge the DPPH radicals. In contrast to our results, Abdel-Aal and Rabalski [2008] noted that diploid, tetraploid and primitive wheat had better DPPH scavenging capacity compared to modern wheat, but with some exceptions.

The phenolic compounds secondary metabolites which are produced by the plants throughout their growth and in response to stress, are good oxygen radical scavengers because they have an electron reduction potential that is lower than that of oxygen radicals. Analysis of variance indicated that the concentration of free, bound and total phenolic compounds was significantly affected by all tested cultivars and breeding lines (C) of emmer and common wheat. The highest concentration of total phenolic compounds was determined in common wheat (1902.6 μg FAE g^{-1} DM) while all emmer cultivars achieved lower values ranging from 1286.8 μg FAE g^{-1} DM (PN 6-37) to 1668.3 μg FAE g^{-1} DM (Farvento) (Table 1), however the differences between emmer cultivars and breeding lines were significant. Results revealed that common wheat and Farvento had highest and equivalent free phenolic concentration (271.4 μg FAE g^{-1} DM) compared to other emmer cultivars and breeding lines, whereas Agnone had the lowest (209.7 μg FAE g^{-1} DM). The contribution of free phenolics on the total ranged from 14.3% in common wheat up to 15.7% in Agnone. Bound phenolic compounds represented 84.1% of the total phenols with the highest concentration found in common wheat (1631.2 μg FAE g^{-1} DM) whereas all emmer cultivars had lower values ranging from 1071.6 μg FAE g^{-1} DM in PN 6-37 to 1396.9 μg FAE g^{-1} DM in Farvento. Farvento was dominating one out of all emmer cultivars. Bound phenolics contributed to the total ones in the range from 83.3% (PN 6-37) to 85.5% (common wheat). It was clearly observed that *Triticum aestivum* had significantly highest bound and total phenolic concentration and significantly lowest had Guardiaregia. According to Serpen et al. [2016], emmer had more phenolic than einkorn and bread wheat controls. Opposite trend was observed by Lachman et al., [2012], who determined lower concentration of total phenolic compounds in spring wheat (604 μg GAE g^{-1} DM) compared to emmer (638 μg GAE g^{-1} DM). In the present study, highly significant and positive correlation was observed between total radical scavenging activity (total DPPH) and total phenolic concentration ($r = 0.916$), between bound DPPH and bound phenolic concentration ($r = 0.92$) and furthermore free DPPH correlated with free phenolics ($r = 0.77$). This correlation is supported by the findings of other researcher [Niroula et al, 2019], who also found a significant positive relationship between total phenolic content and antioxidant activity. The established correlation between total phenolic concentration and total antioxidant activity suggests that phenolic compounds are directly responsible for antioxidant action.

Conclusion

The present study determined and compared phenolic concentration and radical scavenging activities of emmer cultivars and breeding lines to common wheat, in the three-year controlled field experiment under organic management. According to the ability of phenolic extracts to scavenge free radicals in DPPH reaction system, there were remarkable differences observed in antioxidant properties of emmer and common wheat. Extracts of emmer cultivars were able to scavenge between 26.16% (PN 6-37) and 35.41% (Farvento) of DPPH radicals, differences between cultivars and breeding lines of emmer were significant. It was found that the highest ability to scavenge DPPH radical of common wheat (51.7%), followed by emmer Farvento (35.4%). DPPH scavenging activity of bound phenolic extracts was higher compared to free ones. Results revealed that common wheat and Farvento had highest and equivalent free phenolic concentration (271.4 μg FAE g^{-1} DM) compared to other emmer cultivars and breeding lines, whereas Agnone had the lowest (209.7 μg FAE g^{-1} DM). Farvento was dominating one out of all emmer cultivars. Highly significant and positive correlation was observed between total radical scavenging activity (total DPPH) and total phenolic concentration.

References

1. Van Hung P.; Maeda T.; Miyatake K.; Morita N. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. In: Food Research International. – 2009. – No. 42, – P. 85-190. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.10.005
2. Huang D.; Ou B.; Prior R.I. The chemistry behind antioxidant capacity assays. In: Journal of Agriculture and Food Chemistry. – 2005. – No. 53(6), – P. 1841-1856. DOI: https://doi.org/10.1021/jf030723c
3. Liu Q.; Yao H. Antioxidant activities of barley seeds extracts. Food chemistry. – 2007. – No. 102(3). – P.732-737. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.051
4. Abdel-Aal E.S.M.; Rabalski I. Bioactive compounds and their antioxidant capacity in selected primitive and modern wheat species. The Open agriculture journals. – 2008. – No. 2(1). DOI: 10.2174/1874331500802010007
5. Serpen A.; Gökmen V.; Karagöz A.; Köksel H. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emmer (Triticum dicoccon Schrank) and einkorn (Triticum monococcum L.) wheat landraces. Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2016. – No. 56(16). – P. 7285-7292. DOI: https://doi.org/10.1021/jf8010855
6. Lachman J.; Orsák M.; Pivec V.; Jírů K. Antioxidant activity of grain of einkorn (Triticum mono-coccum L.), emmer (Triticum dicoccum Schuebl [Schrank]) and spring wheat (Triticum aestivum L.) varieties. Plant, Soil and Environment. – 2012. – No. 58(1). – P.15-21. DOI: https://doi.org/10.17221/300/2011-PSE
7. Niroula A.; Khatri S.; Khadka D.; Timilsina R. Total phenolic contents and antioxidant activity profile of selected cereal sprouts and grasses. International Journal of Food Properties. – 2019. – No. 22(1). – P. 427-437. DOI: https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1588297

Научная статья
УДК 635-151:630*231.332: 631.559:633.13

Влияние обработки почвы, удобрений и гербицидов на всхожесть и сохранность к уборке растений овса

аспирант А.С. Герасимова
канд. с.-х. наук, доцент А.Н. Воронин
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье представлены материалы по изучению влияния систем основной обработки почвы, удобрений и гербицидов на всхожесть, густоту стояния и сохранность к уборке растений овса. Также приводятся данные по урожайности в зависимости от применяемых агроприёмов. Опыты проводились на дерново-подзолистых глееватых почвах. В качестве основной рекомендуется применение системы поверхностно-отвальной обработки на варианте с совместным использованием соломы и минеральных удобрений. Использование вышеназванных элементов технологии ведёт к наибольшим значениям всхожести, сохранности и количества растений к уборке. Также возможно получение максимальной урожайности овса.

Ключевые слова: овёс, всхожесть, густота стояния, сохранность к уборке, урожайность

Impact of tillage, fertilizers and herbicides for germination and safety for harvesting oat plants

Postgraduate Student A.S. Gerasimova
Candidate of Agricultural Sciences, Docent A.N. Voronin
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents materials on the study of the influence of basic tillage systems, fertilizers and herbicides on germination, standing density and safety for harvesting oat plants. Data on yields are also given depending on the applied agricultural practices. The experiments were carried out on soddy-podzolic gleyic soils. As the main one, it is recommended to use the system of surface-moldboard processing on the variant with the combined use of straw and mineral fertilizers. The use of the above elements of technology leads to the highest values of germination, safety and number of plants for harvesting. It is also possible to obtain the maximum yield of oats.

Keywords: oats, germination, standing density, safety for harvesting, yield

Овес (*Avena sativa L.*) – ценное растение из семейства Злаковых или Мятликовых (*Poaceae*). Зерно овса является диетическим и детским питанием, источником корма для сельскохозяйственных животных. Он занимает 5-е место в мире по производству зерна после пшеницы, риса, кукурузы и ячменя. Растения овса в мире занимают более 25,5 млн. га со средней урожайностью 1,77 т/га [1].

При уменьшении посевных площадей овса в России примерно в 2,2 раза урожайность увеличилась в 1,5 раза. Таким образом, валовой сбор зерна снизился всего в 1,4 раза [2].

Российское зерно – важнейший стратегический ресурс 21 века. Производство зерна характеризует экономическое положение, благосостояние людей, мощь и независимость каждой страны. Таким образом, перед агропромышленным комплексом России стоит задача максимального обеспечения населения страны продукцией собственного производства, в том числе зерном, не менее чем на 95 % [3]. В Центральном Нечерноземье овес, как неприхотливая к условиям выращивания культура, занимает важные площади среди злаковых культур и имеет большое значение в решении зерновой проблемы [4]. Овес хорошо реагирует как на агротехнические приемы, так и на использование удобрений [5].

Густота стояния растений овса является важным фактором, влияющим на их продуктивность. Известно, что редкие посевы снижают урожайность. Увеличение густоты посадки сверх нормы вызывает загущение посевов, а в ряде случаев и полегание, что отрицательно сказывается на урожайности культур [6].

Обработка почвы и удобрения могут оказывать существенное влияние на всхожесть и урожайность полевых культур [7]. Для достижения высоких урожаев необходимо разработать оптимальное сочетание технологических приемов возделывания полевых культур.

Методика

Исследования проводились в 2022 году в посеве овса в многолетнем трёхфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского муниципального района) в 1995 году на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта четырехкратная.

Предшественник – яровая пшеница. Схема опыта: система основной обработки почвы (отвальная «$О_1$», поверхностная с рыхлением «$О_2$», поверхностно-отвальная «$О_3$», поверхностная «$О_4$»), система удобрений (без удобрений «$У_1$», минеральные удобрения N_{30} «$У_2$», солома 3 т/га «$У_3$», солома 3 т/га + минеральные удобрения N_{30} «$У_4$», солома 3 т/га + минеральные удобрения NPK «$У_5$», минеральные удобрения NPK «$У_6$»), система защиты растений от сорняков (без гербицида «$Г_1$», с гербицидом «$Г_2$»).

В данной работе приводятся результаты по системам обработки: отвальной «$О_1$», поверхностно-отвальной «$О_3$», поверхностной «$О_4$» и четырём системам удобрений (без удобрений «$У_1$», солома «$У_3$», солома + N_{30} «$У_4$», солома + NPK «$У_5$», NPK «$У_6$») по фону с гербицидом и без гербицида .

Из форм минеральных удобрений использовалась азофоска, мочевина и хлористый калий. Фосфорное и калийное удобрения вносились весной под предпосевную обработку, азотные в форме мочевины перед посевом.

Следует отметить, что в 2022 году складывались благоприятные условия для роста и развития овса при некотором превышении температуры и осадков.

Густоту стояния подсчитывали дважды – в фазе всходов и перед уборкой на постоянных площадках 0,25 м^2 в 4-х кратной повторности. Биометрические исследования осуществляли по фазам развития овса.

Определение величины и качества урожая. Урожайность овса учитывается сплошным поделяночным методом с учетом влажности и засоренности. Урожайные данные обрабатываются методом дисперсионного анализа.

Результаты

В среднем по факторам использование различных систем обработки и защиты растений не вело к существенным изменениям всхожести овса (таблица 1). Применение системы ежегодной поверхностной обработки вызвало достоверное снижение густоты стояния растений и сохранности к уборке на 32,73 шт./м^2 и 5,33%, соответственно.

Таблица 1 – Действие изучаемых факторов на всхожесть, густоту стояния и сохранность к уборке овса

Вариант	Показатель		
	всхожесть, %	густота стояния, шт./м^2	сохранность к уборке, %
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»			
Отвальная, «$О_1$»	74,81	385,27	83,24
Поверхностно-отвальная, «$О_3$»	75,40	388,46	85,74
Поверхностная, «$О_4$»	73,68	352,54	77,91
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	19,22	3,50
Фактор В. Системы удобрений, «У»			
Без удобрений, «$У_1$»	71,87	373,41	83,91
Солома, «$У_3$»	74,20	372,25	81,42
Солома + NPK, «$У_5$»	77,61	400,88	83,77
NPK, «$У_6$»	76,92	376,44	79,44
$НСР_{05}$	2,87	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$
Фактор С. Система защиты растений, «Г»			
Без гербицидов, «$Г_1$»	73,79	374,69	82,34
С гербицидами, «$Г_2$»	75,14	384,20	82,70
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$

Внесение полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой обусловило статистически значимое увеличение всхожести при наибольших значениях по фону «Солома+NPK».

В среднем по системам основной обработки почвы и удобрений использование различных систем удобрений и защиты растений не вело к статистически значимым изменениям всхожести, густоты стояния и

сохранности к уборке овса при максимальных значениях на варианте «С гербицидами».

В среднем по факторам использование различных систем основной обработки почвы не вызвало каких-либо значимых изменений урожайности овса (таблица 2). Применение изучаемых систем удобрений способствовало существенному увеличению урожайности овса при наибольших значениях на варианте совместного использования соломы и полной нормы минеральных удобрений – 45,68 ц/га.

Таблица 2 – Действие изучаемых факторов на урожайность овса

Вариант	Урожайность, ц/га
Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»	
Отвальная, «$О_1$»	34,92
Поверхностно-отвальная, «$О_3$»	31,59
Поверхностная, «$О_4$»	27,31
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_{05}$
Фактор В. Системы удобрений, «У»	
Без удобрений, «$У_1$»	20,28
Солома, «$У_3$»	27,94
Солома + NPK, «$У_5$»	45,68
NPK, «$У_6$»	34,24
$НСР_{05}$	4,33
Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»	
Без гербицидов, «$Г_1$»	29,19
С гербицидами, «$Г_2$»	32,12
$НСР_{05}$	1,70

В среднем по системам основной обработки почвы и удобрений использование гербицида Агритокс вызвало статистически значимое увеличение урожайности овса с 29,19 до 32,12 ц/га.

Выводы

Таким образом, в качестве основной на дерново-подзолистых глееватых почвах рекомендуется применять систему поверхностно-отвальной обработки на варианте совместного использования соломы и полного минерального удобрения по фону «С гербицидами». В этом случае возможно увеличение всхожести, густоты стояния и сохранности к уборке растений овса при высоких значениях урожайности.

Список источников

1. Нурлыгаянов Р.Б., Гареева Э.И., Бакирова Р.Р. Состояние производства зерна овса // Вестник научных конференций. 2018. № 4-4. С. 85-88.
2. Захаренко В.А. Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 5-8.

3. Уланов А.К., Будажапов Л.В., Билтуев А.С. Экономическая оценка возделывания полевых культур в земледелии сухой степи Забайкалья // Земледелие. 2019. № 2. С. 27-30.
4. Митрофанов Ю.И. и др. Влияние технологических приёмов на структуру урожая овса // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 26-29.
5. Усенко С.В. и др. Отзывчивость овса на удобрения в зависимости от обработки почвы и уровня защиты культур полевого севооборота в лесостепи Алтайского Приобья // Земледелие. 2020. №1. С.44-48
6. Донченко А.С., Каличкин В.К., Гончаров П.Л. Полевые работы в Сибири в 2015 году: рекомендации // Новосибирск: ФГБУ СО АН, 2015. 165 с.
7. Сабирова Т.П., Сабиров Р.А., Воронин А.Н. Продуктивность зелёной массы рапса при использовании соломы на удобрение // Инновационные путь развития АПК: сборник научных трудов по материалам XL Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2017. С. 48-52.

Научная статья
УДК 633.256:[631.5+631.83]

Качественные показатели растений ячменя в зависимости от технологий возделывания и видов калийных удобрений с инокуляцией семян бактериальными препаратами

аспирант В.В. Дубинин[1];
канд. с.-х. наук, доцент Т.П. Сабирова[1, 2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»,
пос. Михайловский, Россия)

Аннотация. В статье представлены материалы по сбору сухого вещества, обменной энергии и кормовых единиц с гектара, а также приводится содержание переваримого протеина в одном килограмме зерна в зависимости от различных технологий возделывания, формы калийных удобрений и инокуляции семян биопрепаратом. Исследования проводились в условиях полевого стационарного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». По результатам исследования выявлено, что применение биопрепарата и серосодержащих удобрений способствовали повышению урожайности зерна и сбору сухого вещества по всем технологиям. Применение сернокислого калия приводило к увеличению сбора кормовых единиц, обменной энергии с гектара.По высокоинтенсивной технологии возделывания с внесением хлористого калия и обработкой семян биопрепаратом накапливалось 137 г/кг сырого протеина в килограмме зерна ячменя.

Ключевые слова: севооборот, технологии возделывания, урожайность, сухое вещество, обменная энергия, кормовые единицы, сырой протеин, органические удобрения, минеральные удобрения

Qualitative indicators of barley plants depending on from cultivation technologies and types of potash fertilizers with seed inoculation with bacterial preparations

Postgraduate Student V.V. Dubinin[1];
Candidate of Agricultural Sciences, Docent T.P. Sabirova[1, 2]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – FSBSI «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology», Mikhailovsky village, Russia)

Abstract. The article presents materials on the collection of dry matter, exchange energy and feed units per hectare, as well as the content of digestible protein in one kilogram of grain, depending on various cultivation technologies, the form of potash fertilizers and the inoculation of seeds with a biological product. The studies were carried out under the conditions of a stationary field experiment on soddy-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Yaroslavl NIIZhK branch of the Federal Scientific Center "VIK im. V.R. Williams. According to the results of the study, it was revealed that the use of a biological product and sulfur-containing fertilizers contributed to an increase in grain yield and dry matter collection in all technologies. The use of potassium sulphate led to an increase in the collection of feed units, exchange energy per hectare. Using a high-intensity cultivation technology with the introduction of potassium chloride and seed treatment with a biological product, 137 g/kg of crude protein was accumulated in a kilogram of barley grain.

Keywords: crop rotation, cultivation technologies, yield, dry matter, exchange energy, feed units, crude protein, organic fertilizers, mineral fertilizers

В настоящее время в современном сельском хозяйстве создание прочной кормовой базы является одной из первостепенных задач, решение которой ведет к увеличению количества и качества производства животноводческой продукции [1]. Повышение продуктивности животных и качества их продукции напрямую связано с кормлением. Одним из высокопитательных кормов, который выращивается в регионе, является яровой ячмень [2]. Высокая энергетическая питательность зерна ярового ячменя, а в одном его килограмме содержится 1,18 МДж обменной энергии (ОКЭ), обеспечивается высокой концентрацией легкоусвояемых углеводов [3]. В современном производстве при выращивании полевых культур, удобрения являются основополагающим элементом в существующих технологиях возделывания, выбор которых зависит от наличия в хозяйстве необходимых материально-технических ресурсов. Высокая эффективность удобрений обеспечивается только при условии применения их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенных и климатических условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севообороте, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов [4]. Для получения высоких урожаев

необходимо научно-обоснованное сочетание органических и минеральных удобрений [5]. С целью повышения урожайности и качества выращенной продукции в последние годы получили развитие технологии с использованием биопрепаратов. На протяжении нескольких десятков лет в стране проводилась попытка внедрения бактериальных препаратов в сельское хозяйство, но их использование в производстве не нашло широкого применения [6].

Методика

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 2017 году на опытном поле Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,87%, P_2O_5 – 278 мг/кг почвы, K_2O – 128 мг/кг почвы, pH – 5,8. Общая площадь делянки 120 м2, размещение вариантов рендомизированное в 3-х кратной повторности. Севооборот: однолетние травы с подсевом многолетних трав (люцерна синяя + тимофеевка луговая + овсяница луговая) – многолетние травы (3 года пользования) – поукосно посев рапса на сидерат – ячмень – кукуруза.

Схема опыта включала следующие варианты:

Фактор А: ЭТ (К) – экстенсивная технология без применения удобрений (контроль); ИТ – интенсивная технология с применением органических и минеральных удобрений; ВТ – высокоинтенсивная технология с применением органических и минеральных удобрений; ОТ – органическая технология с применением органических удобрений; БТ – биологизированная технология с применением органических и минеральных удобрений;

Фактор В: Разделение по формам калийных удобрений: хлористый калий – У1; сернокислый калий – У2.

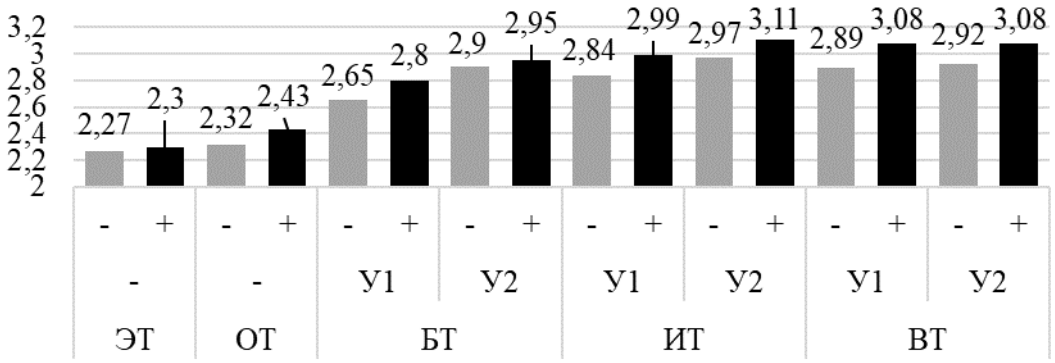
Фактор С: Инокуляция семян бактериальными препаратами: без обработки – Б1; биопрепараты (Мизорин) – Б2.

Обработка семян бактериальными препаратами проводилась при посеве. Урожайность определялась сплошным поделяночным методом с учётом влажности и засорённости. Статистическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа с помощью программы Disant. В целом за два года исследований складывались благоприятные условия для роста и развития ячменя.

Результаты

Предшественником ярового ячменя являлся яровой рапс, поэтому его зеленая масса была запахана под посев культуры. По экстенсивной технологии заделаны только корневые остатки рапса. Рапс является биологическим очистителем почвы от болезнетворных организмов, что оказало влияние на формирование урожайности ячменя. В среднем за два года исследований урожайность ячменя варьировала от 25,93 ц/га на контроле до 35,47 ц/га при высокоинтенсивной технологии возделывания, что выше экстенсивной технологии на 35,2%. Применение биопрепарата и серосодержащих удобрений способствовали повышению урожайности зерна и сбору сухого вещества по всем технологиям. Сбор сухого вещества (рисунок 1) возрастает в зависимости

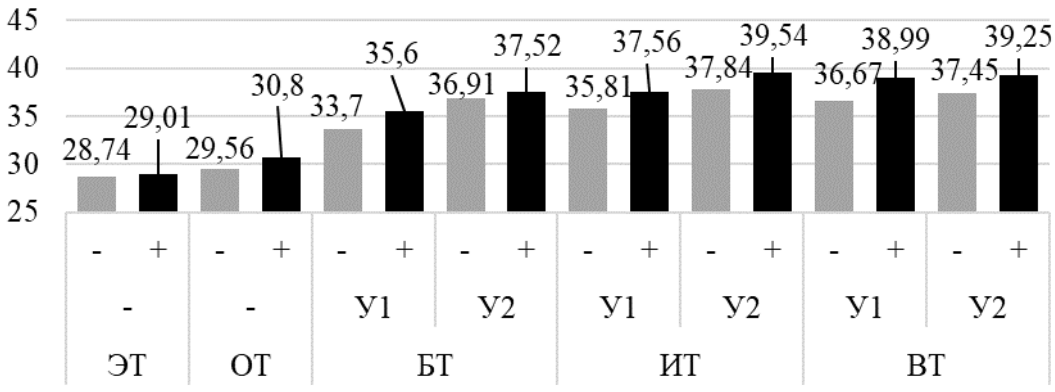
от технологии возделывания от 2,27 т/га на экстенсивной технологии до 3,11 т/га на интенсивной технологии с применением сернокислого калия и инокуляцией биопрепаратом, это на 35,2% больше по сравнению с контролем.



- – без обработки биопрепаратом; + – обработка биопрепаратом

Рисунок 1 – Сбор сухого вещества с зерном ячменя, т/га

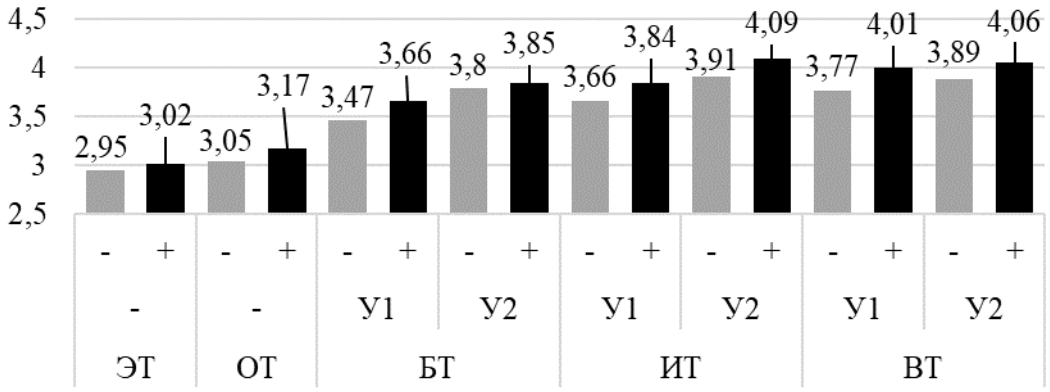
Сбор обменной энергии с гектара (рисунок 2) также возрастает с увеличением урожайности, от 28,74 ГДж на контроле до 39,25 ГДж на высокоинтенсивной технологии. Максимальный сбор обменной энергии получен на интенсивной технологии с обработкой семян Мизорином и внесением сернокислого калия и он составил 39,54 ГДж/га, это на 36,3% больше, чем по экстенсивной технологии с обработкой биопрепаратом и без применения удобрений.



- – без обработки биопрепаратом; + – обработка биопрепаратом

Рисунок 2 – Сбор обменной энергии с зерном ячменя, ГДж/га

Сбор кормовых единиц с гектара (рисунок 3) варьировал в пределах от 2,95 тыс. к. ед. на экстенсивной технологии до 4,09 тыс. к. ед. на интенсивной технологии, что превысило этот показатель по сравнению с экстенсивной технологией на 35,4%.

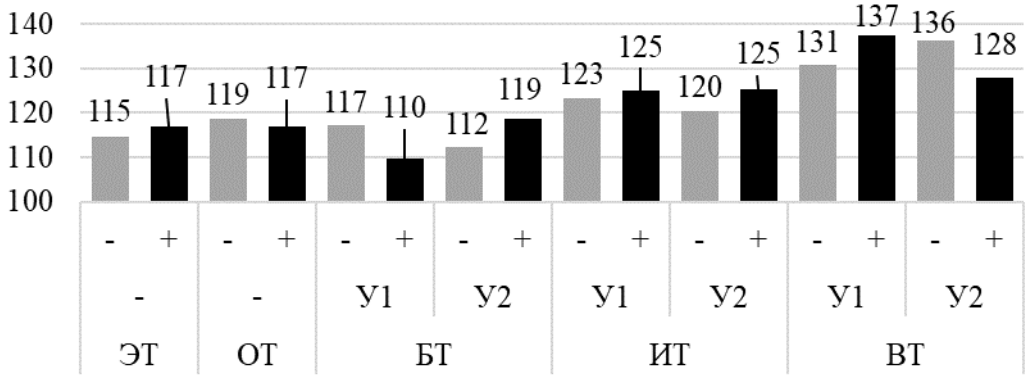


- – без обработки биопрепаратом; + – обработка биопрепаратом

Рисунок 3 – Сбор кормовых единиц с зерном ячменя, тыс. к. ед./га

Применение сернокислого калия приводило к увеличению сбора кормовых единиц с гектара по сравнению с формой хлорсодержащего калия по биологизированной технологии на 0,33 тыс., по интенсивной технологии на 0,25 тыс. и по высокоинтенсивной технологии на 0,12 тыс., что выше на 9,5%, 6,8% и 3,2%, соответственно. Инокуляция семян биопрепаратом способствовала некоторому увеличению сбора кормовых единиц с гектара не зависимо от формы калийных удобрений.

Содержание сырого протеина в одном килограмме зерна (рисунок 4) варьировало от 110 до 137 г. Наименьшее его количество в одном килограмме получено на биологизированной технологии с внесением хлористого калия и биопрепаратов – 110 г/кг, что на 6,2% меньше контроля.



- – без обработки биопрепаратом; + – обработка биопрепаратом

Рисунок 4 – Содержание в зерне ячменя сырого протеина, г/кг

Самое высокое содержание сырого протеина в килограмме зерна ячменя накапливалось на высокоинтенсивной технологии возделывания с внесением хлористого калия и обработкой семян биопрепаратом (137 г/кг), что на 17,4% выше, чем по экстенсивной технологии.

Выводы

Применение биопрепарата и серосодержащих удобрений способствовали повышению урожайности зерна и сбору сухого вещества по всем технологиям.

Применение сернокислого калия приводило к увеличению сбора кормовых единиц, обменной энергии с гектара.

По высокоинтенсивной технологии возделывания с внесением хлористого калия и обработкой семян биопрепаратом накапливалось 137 г/кг сырого протеина в килограмме зерна ячменя.

Список источников

1. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова М.А. Технология возделывания люцерны синей на кормовые цели // Кормопроизводство. 2016. № 12. С. 24–27.
2. Сабирова Т.П. Урожайность и качество зерна ярового ячменя (*Hordeum distichon L.*) при различных технологиях возделывания с применением биопрепаратов // Сабирова Т.П., Цвик Г.С., Коновалов А.В., Сабиров Р.А. Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 1 (34). С.15-23. DOI 10.35523/2307-5872-2021-34-1-15-23
3. Макарцев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных: Учебник для вузов / Н.Г. Макарцев. – 3-е изд. Перераб. и доп. – Калуга: Издательство «Ноосферв», 2012 г. 640 с.
4. Смирнов, П.М. Агрохимия / П.М. Смирнов, Э.А. Муравин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 304 с. – Учебники и учебные пособия для с/х вузов). – ISBN 5-10-002221-3. – Текст.
5. Воронин, А.Н., Труфанов, А.М., Щукин С.В. Действие агротехнических приёмов на распространённость ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур / А.Н. Воронин, А.М. Труфанов, С.В. Щукин. – Текст непосредственный // Известия ТСХА. – 2021. – № 4. – С. 41–50. Рез. англ. – Библиогр.: с. 46–47 (17 назв.).
6. Сабирова Т.П. Урожайность и качество картофеля при использовании биопрепаратов / Т.П. Сабирова, Р.А. Сабиров, А.Н. Иванов. – Сборник научных трудов по материалам Международной очно-заочной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в земледелии». – Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2016. – С 50-55.

Научная статья
УДК 631.5:633.2.3"550.3":[631.559:632.51](470.316)

Влияние различных технологий возделывания многолетних трав на урожайность и фитосанитарное состояние посевов в условиях Ярославской области

канд. с.-х. наук С.С. Иванова,
аспирант И.М. Соколов
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье приведены материалы по изучению влияния различных технологий возделывания на численность сорняков и урожайность

многолетних трав. Исследования проводились в условиях полевого стационарного двухфакторного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля ФГБО ВО Ярославской ГСХА. Показана положительная роль применения органической технологии возделывания многолетних трав. В этом случае количество сорняков уменьшается и увеличивается урожайность многолетних трав.

Ключевые слова: технология возделывания, многолетние травы, сорняки, урожайность, дерново-подзолистая почва

The influence of various technologies of cultivation of perennial grasses on the yield and phytosanitary condition of crops in the conditions of the Yaroslavl Region

Candidate of Agricultural Sciences S.S. Ivanova,
Postgraduate Student I.M. Sokolov
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents materials on the study of the influence of various cultivation technologies on the number of weeds and the yield of perennial grasses. The research was carried out in the conditions of a stationary two-factor field experiment on sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the FGBO in the Yaroslavl State Agricultural Academy. The positive role of the application of organic technology of cultivation of perennial grasses is shown. In this case, the number of weeds decreases and the yield of perennial grasses increases.

Keywords: cultivation technology, perennial grasses, weeds, yield, sod-podzolic soil

Отрицательные стороны интенсивного ведения производства, такие как загрязнение земли и водных ресурсов, деградация почвы в результате антропогенных процессов, могут быть решены с помощью органического земледелия [1].

Основным видом сырья для заготовки кормов в Ярославской области являются многолетние травы. В настоящее время в области из общей площади, занятой под кормовыми культурами, 240,7 тыс. га во всех категориях хозяйств многолетние травы занимают 133,9 тыс. га, урожайность многолетних трав составляет всего 111,4 ц/га [2].

Значительное количество пахотных земель Ярославской области находится в заброшенном состоянии. На этих землях произрастает большое количество сорных растений, за счёт чего происходит накопление большого запаса их семян. Часть из них разносится ветром на окультуренные территории области, засоряя тем самым обрабатываемые земли [3].

Засорение культур сорняками – это одна из причин снижения урожайности и качества получаемой продукции. Важным звеном в решении данного вопроса принадлежит разработке систем земледелия с обоснованной оптимизацией фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных

культур, причем интенсификация применения пестицидов не всегда приводит к гибели сорняков, особенно многолетних, но может приводить к увеличению содержания нежелательных химических соединений в получаемой продукции, загрязнению окружающей среды. В практическом аспекте знание сорной флоры позволяет скорректировать технологические приёмы возделывания культур, тем самым повышая эффективность мер по защите растений и снижая общую нагрузку на экосистему [4; 5].

Таким образом, исследования связанные с определением влияния различных по интенсивности технологий возделывания многолетних трав, на засоренность и урожайность в дерново-подзолистой почве являются актуальными и значимыми.

Методика

Работа проводилась в 2022 году на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА на дерново-подзолистой среднесуглинистой глееватой почве в посевах многолетних трав.

Схема опыта включает два фактора: культура (многолетние травы первого и второго года пользования), и технология возделывания (экстенсивная (К) – без удобрений и пестицидов, интенсивная (И) – органические удобрения + средние нормы минеральных удобрений, органическая (О) – применение только органических удобрений).

В опыте возделывались сорта клевера красного Дымковский, Тимофеевки луговой Ярославская 11.

Рисунок 1 – Посевы многолетних трав

Изучение численности и состава сорных растений проводили по методике Б.А. Смирнова, В.И. Смирновой с помощью рамки 1 м^2 для учета многолетних сорных растений и 1/16 м^2 – для учета малолетних. Учеты численности сорных растений проводились отдельно по каждому виду. Сухую массу сорных растений определяли одновременно с учетом численности сорных растений на этих же пробных площадках путем высушивания до постоянной массы в термостате при температуре 105°С и взвешивали с точностью до 0,1 г, урожайность культур учитывалась на всех делянках и во всех повторениях опыта с учетом влажности и засоренности, статистическая обработка экспериментальных данных проводилась дисперсионным анализом [6].

Таблица 1 – Агрометеорологические условия вегетационного периода 2022 г, (по метеостанции г. Ярославль)

Месяц	Температура, °С			Осадки, мм		
	за месяц	норма	отклонения	за месяц	норма	в % от нормы
Май	9,4	11,3	-1,9	62,0	53,0	117,0
Июнь	17,2	16,4	0,8	34,0	71,0	48,0
Июль	20,6	18,8	1,8	54,0	67,0	81,0
Август	20,0	16,5	3,5	31,0	61,0	51,0

Анализ погодные условия вегетационного периода 2022 года отличались повышенными температурными показателями во все месяцы вегетации, за исключением мая. При этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений. В мае отмечалось превышение над среднемноголетними значениями, в летние месяцы осадков выпадало очень небольшое количество. В целом агрометеорологические условия для роста и развития многолетних трав можно охарактеризовать как нетипичные [7].

Результаты

В 2022 году общая численность сорных растений в посеве многолетних трав была практически одинакова как в 1 год пользования, так и во 2 год (таблица 2). На долю многолетних сорняков приходится около 72% на травах 1 г.п. и 79% на травах 2 г.п. Сухая масса многолетних сорных растений составляет около 82% и 86% соответственно.

Так, возделывание многолетних трав 1 и 2 года пользования не обусловило достоверное снижение численности сорной растительности. Наибольшие значения сухой массы наблюдалось в посеве многолетних трав 1 г.п. – 114,7 г/м^2. Снижение общей сухой массы отмечено на посевах 2 г.п., как многолетних, так и малолетних сорняков.

В отношении сравнения технологий возделывания можно отметить, что численность сорной растительности при органической технологии возделывании значительно уменьшается по сравнению с контролем как общую численность сорных растений, так и отдельных ее групп – малолетних и многолетних.

Таблица 2 – Численность (шт./м^2) и сухая масса (г/м^2) сорных растений в посевах многолетних трав

Вариант	Всего		Многолетние		Малолетние	
	числен-ность,	сухая масса	числен-ность,	сухая масса	числен-ность,	сухая масса
Фактор А. Культура						
Мн. травы 1 г.п.	19,00	114,70	13,67	93,72	5,33	20,98
Мн. травы 2 г.п.	18,89	101,08	15,00	87,27	3,89	13,81
$НСР_{05}$	-	-	-	-	-	-
Фактор В. Технология возделывания						
Контроль	21,65	73,99	17,17	67,34	4,48	6,65
Интенсивная	21,37	99,24	15,33	70,95	6,04	28,29
Органическая	13,53	150,43	10,5	133,19	3,03	17,24
$НСР_{05}$	-	-	-	-	2,64	-

При этом был установлен факт достоверного снижения численности малолетних сорняков при разных технологиях возделывания многолетних трав.

Существенного снижение общей численности не наблюдалось при интенсивной технологии возделывания многолетних трав 1 и 2 лет пользования по сравнению с контролем. Также наблюдалось существенное увеличение сухой массы сорной растительности.

В целом стоит отметить, что многолетние сорные растения преобладали по численности и сухой массе над малолетними сорными растениями в посевах многолетних трав.

Среди многолетних сорняков преобладали осот полевой *(Sónchus arvénsis)*, Бодяк полевой (*Cirsium arvense*), Хвощ полевой *(Equisétum arvénse).* Представители малолетних сорных растений: марь белая (*Chenopódium álbum*), ромашка непахучая (*Tripleurospérmum inodórum)*, ярутка полевая (*Thláspi arvénse),* пикульник красивый (*Galeopsis speciosa).*

Увеличение урожайности было при возделывании многолетних трав 2 г.п. (таблица 3). Прибавка урожая составила 67,2 ц/га.

Таблица 3 – Действие изучаемых факторов на урожайность многолетних трав, ц/га

Вариант	Урожайность
Фактор А. Культура	
Многолетние травы 1 г.п.	234,87
Многолетние травы 2 г.п.	305,07
$НСР_{05}$	-
Фактор В. Технология возделывания	
Контроль	243,2
Интенсивная	261,0
Органическая	305,7
$НСР_{05}$	42,52

В посеве многолетних трав использование интенсивной технологии повысило урожайность на 7,3%, а при органической технологии урожайность зеленой массы была на 25,7% больше. Все изучаемые технологии возделывания по сравнению с экстенсивной способствовали росту урожайности многолетних трав.

Выводы

Таким образом, на дерново-подзолисто-глеевой среднесуглинистой почве рекомендуется использовать органическую технологию возделывания многолетних трав.

По результатам исследований 2022 года, установлена высокая эффективность в борьбе с сорной растительностью по органической технологии возделывания многолетние травы. Для существенного увеличения урожайности культур целесообразно использовать органическую технологию.

Список источников
1. Котяк П.А., Воронин А.Н. Влияние различных технологий возделывания на численность почвенных нематод и урожайность полевых культу. Органическое сельское хозяйство: опыт, проблемы и перспективы. Сборник научных трудов по материалам III Международной научно-практической конференции 23 марта 2022 г. – С. 49-53.
2. Сабирова Т.П. и др. Продуктивность и питательность люцернозлаковой смеси первого года в условиях Ярославской области / Т.П. Сабирова, Г.С. Цвик, Р.А. Сабиров, Г.К. Ошкина // Агрозоотехника. 2019. Том 2. № 1 С. 34-41.
3. Иванова М.Ю. и др. Потенциальная засорённость почвы при разных технологиях возделывания культур / М.Ю. Иванова, Е.В. Чебыкина, П.А. Котяк // Вестник АПК Верхневолжья. – №1 (61) март 2023 – С. 24-31.
4. Флёрова Е.А. и др. Видовой состав и структура жизненных стратегий сорного компонента агрофитоценозов на примере кормового севооборота / Е.В. Флёрова, Т.П. Сабирова, А.В. Тихонов, А.А. Лобанова, В.В. Хрящёв // Вестник АПК Верхневолжья. – 2022. № 4 (60). – С. 54-61.
5. Беленков А.И. др. Влияние обработки почвы и применения удобрений на динамику численности сорных растений в посевах многолетних трав / А.В. Беленков, Н.В. Ваганова, М.Ю. Иванова // Кормопроизводство. 2022. – No 1. – С. 7-11. ISSN 1562-0417.
6. Труфанов А.М. и др. Фитосанитарное состояние посева ярового рапса при применении ресурсосберегающих агротехнологий / А.М. Труфанов, А.Н. Воронин, У.А. Исаичева, М.К. Кононова // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 1(29). – С. 22–25.
7. Обзор агрометеорологических условий за 2021–2022 сельскохозяйственный год на территории Ярославской области. Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. г. Ярославль, 2022. – С. 28.

Научная статья
УДК 378.1

Значение международных отношений сотрудничества в повышении качества профессионального образования

доктор эконом. наук, профессор А.В. Маматкулов;
начальник отдела по организации качественного учебного процесса М.Ю. Ахмедходжаев
(Отраслевой центр переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров при Ташкентском государственном аграрном университете, Республика Узбекистан)

Аннотация. В статье подчеркивается важность налаживания отношений сотрудничества с зарубежными высшими учебными заведениями в повышении уровня знаний слушателей курсов повышения квалификации.

Ключевые слова: меморандум, семинар-занятие, круглый стол

The importance of international relations of cooperation in improving the quality of vocational education

Doctor of Economic Sciences, Professor A.V. Mamatkulov;
Head of the Department for the Organization of a High-quality Educational Process M.Yu. Akhmedkhodzhaev
(Branch Center of Professional Development and Retraining for Pedagogical Staffs under Tashkent State Agrarian University, Republic of Uzbekistan)

Abstract. The article emphasizes the importance of establishing cooperative relations with foreign higher educational institutions in raising the level of knowledge of retraining courses listeners.

Keywords: memorandum, seminar-lesson, round-table

Процессы интеграции, происходящие во всех сферах человеческой деятельности в мировом сообществе, оказывают влияние на систему высшего образования, в частности, на образовательный процесс повышения квалификации педагогов. Формируется единое глобальное образовательное пространство, что, прежде всего, проявляется в гармонизации образовательных стандартов и учебных планов специальностей высших учебных заведений разных стран. Открытое образовательное пространство предполагает повышение мобильности студентов и взаимное сотрудничество профессорско-преподавательского состава учебных заведений разных стран.

Вхождение Узбекистана в мировое образовательное пространство требует от страны разработки перспективных планов развития сотрудничества в сфере высшего и послевузовского образования, а также повышения квалификации. Это связано с переходом на новую модель отечественной системы образования, учитывающую богатый опыт и достижения предыдущей системы профессионального образования, а также мировые тенденции ее развития.

Можно признать, что международное сотрудничество в сфере системы высшего образования Узбекистана за годы независимости более активизировалось. Интеграция системы высшего образования страны в мировое образовательное пространство является одним из долгосрочных перспективных приоритетов республики.

В «Концепции развития системы высшего образования Республики Узбекистан до 2030 года» приоритетным направлением определено образование.

Основной целью данной концепции является повышение качества образования, подготовка конкурентоспособных кадров, эффективная организация научной и инновационной деятельности с учетом потребностей социальной сферы и отраслей экономики, обеспечение прочной интеграции науки, образования и производства в единое целое [1].

Мировая практика показывает, что одним из основных средств повышения качества образования является международное сотрудничество. Согласно законам, действующим в Республике Узбекистан, порядок осуществления международного сотрудничества организациями образования

Республики Узбекистан определяется уполномоченным органом в области образования [2].

Указ Президента Республики Узбекистан от 27 августа 2019 года № ПФ-5789 «О внедрении системы непрерывного повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений» [3], и постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О дополнительных мерах по дальнейшему совершенствованию системы повышение квалификации руководителей и педагогических кадров высших образовательных учреждений» от 23 сентября 2019 г. № 797 подняло на новый уровень переподготовку педагогов и их повышение квалификации в сферах высшего и профессионального образования [4].

Особое внимание уделяется вопросам международного сотрудничества с зарубежными высшими учебными и научными учреждениями, применения передового зарубежного опыта в системе образования, в частности, в образовательном процессе переподготовки и повышения квалификации педагогов.

Поэтому особое внимание уделяется сотрудничеству с учебными заведениями зарубежных стран, научно-исследовательскими учреждениями, ведущими зарубежными учебными заведениями, занимающимися непосредственно вопросами повышения квалификации обучающихся, организацией международных конференций (встреч, семинаров, конференций, симпозиумов, юбилейных дат) или участвующих в международных программах (проекты, гранты, стипендии).

Глава 10 «Закона об образовании» определяет правила международного сотрудничества в сфере образования, осуществляемого в соответствии с международными договорами и законодательством Республики Узбекистан:

- развитие научно-технического сотрудничества по вопросам образования;
- проведение научно-практических семинаров, конференций и симпозиумов;
- обмен преподавательским составом и обучающимися;
- организация подготовки, переподготовки и повышения квалификации руководителей и педагогических кадров в зарубежных странах;
- направление своих сотрудников и специалистов на международные конференции и стажировки, поддержка их участия в международных проектах и научных исследованиях и ряд других подобных положений [2].

В соответствии с данным законом перед образовательными организациями определен ряд первоочередных задач в целях осуществления международного сотрудничества, в том числе:

- подготовка перспективного плана развития международного сотрудничества в сфере образования;
- сбор данных, изучение и составление аналитических материалов об основных мировых тенденциях развития образования;
- разработка, заключение и реализация договоров о сотрудничестве в сфере образования с зарубежными партнерами;

- проведение сравнительного анализа системы образования Республики Узбекистан с системами образования наиболее развитых стран мира по всем этапам образовательного процесса и всем специальностям;
- подготовка предложений по созданию ежегодного реестра приоритетных специальностей, подходящих для обучения за рубежом;
- создание условий для свободного изучения иностранными языками всех выпускников образовательных учреждений.

Международное сотрудничество является мощным инструментом развития мировой системы образования и решает ряд актуальных задач, среди которых:

- укрепление международного сотрудничества и партнерства в сфере высшего образования;
- регулирование уровня подготовки специалистов из разных стран;
- координация деятельности высших учебных заведений;
- повышение качества высшего образования.

Анализируя сложившуюся ситуацию, можно сделать вывод, что эффективность международного сотрудничества зависит от выполнения следующих условий:

- планирование и реализация мероприятий по развитию международного сотрудничества в сфере образования;
- повышение квалификации педагогических и научных кадров, академическая мобильность преподавателей;
- разработка образовательных программ совместно с зарубежными вузами-партнерами;
- предоставление преподавателей, занимающихся научными исследованиями, преподаванием и обучением в Европейском регионе.
- обобщение и анализ результатов международного сотрудничества [1].

Ряд работ в этом направлении проводится в Отраслевом центре переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров при Ташкентском государственном аграрном университете.

В частности, начиная с 2020 года, состоялся обмен письмами об установлении отношений сотрудничества с около 100 государственными и частными высшими учебными заведениями Европы, Азии, Америки и Австралии. В результате были подписаны меморандумы с 11 зарубежными высшими учебными заведениями. Среди них: Украина (Bila Tserkva National Agrarian University), Пакистан (Quaid-I-Azam university), Россия (Башкирский ГАУ, Вятская ГСХА, Кузбасская ГСХА, Орловский ГАУ, Приморская ГСХА, Удмуртский ГАУ и Ярославская ГСХА), Гродненский государственный аграрный университет Республики Беларусь и International Agriculture University Великобритании в Узбекистане. Организовано 7 международных научно-практических конференций (круглых столов) с российскими и украинскими вузами, в которых профессора и преподаватели Отраслевого центра принимали активное участие. В этом году мероприятия продолжатся. Статьи публикуются в зарубежных изданиях. Профессорами-преподавателями и специалистами зарубежных вузов и научно-исследовательских организаций

были организованы в 2020 году 4 тренинга, в 2021 году – 10 и в 2022 году – 12 для слушателей курсов переподготовки и повышения квалификации Отраслевого центра.

В свою очередь можно отметить, что профессора и преподаватели Отраслевого центра также проводят семинары для слушателей и студентов зарубежных вузов по соответствующим направлениям. Занятия, проводимые профессорами и преподавателями, получившими квалификацию за границей, работающими в Отраслевом центре, во всех отношениях интересны и эффективны для слушателей.

В соответствии с существующим Меморандумом Ярославская ГСХА пригласила узбекскую сторону на запланированную совместную Всероссийскую научно-практическую конференцию с международным участием «Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК», которая состоялась на базе академии 6 апреля 2023 года. Такие мероприятия способствуют укреплению сотрудничества между вузами разных стран.

Список источников

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 8 октября 2019 года за № УП-5847 «Об утверждении концепции развития системы высшего образования Республики Узбекистан до 2030 года». URL: https://lex.uz/ru/docs/4545887 (дата обращения: 21.03.2023).
2. «Закон об образовании» Республики Узбекистан от 23 сентября 2020 года № ЗРУ-637. URL: https://lex.uz/docs/5013009 (дата обращения: 21.03.2023).
3. Указ Президента Республики Узбекистан от 27 августа 2019 года за № ПФ-5789 «О внедрении системы непрерывного повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений». URL: https://lex.uz/docs/4490764 (дата обращения: 21.03.2023).
4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 23 сентября 2019 года. За № 797 «О дополнительных мерах по дальнейшему совершенствованию системы повышение квалификации руководителей и педагогических кадров высших образовательных учреждений». URL: https://lex.uz/docs/4526550 (дата обращения: 21.03.2023).

Научная статья
УДК 631.5

Принципы разработки цифрового двойника с применением БПЛА для анализа агроэкологического состояния земель

канд. техн. наук, доцент П.В. Терентьев;
канд. техн. наук, доцент Д.А. Филатов;
аспирант С.В. Шильников;
студент Д.А. Мартюхин
(ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, Нижний Новгород, Россия)

Аннотация. В статье рассматриваются принципы разработки цифрового двойника с применением беспилотных технологий для анализа агроэкологического состояния земель в сельском хозяйстве. Приводятся

технические и программные элементы, которыми оснащается беспилотный летательный аппарат.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, цифровизация сельского хозяйства, мультиспектральные технологии, точное земледелие, БПЛА для сельского хозяйства, цифровой двойник

Principles of development of a digital twin with the use of UAVs for the analysis of the agroecological state of the land

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor P.V. Terentyev;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor D.A. Filatov;
Postgraduate student S.V. Shilnikov;
Student D.A. Martyukhin
(Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia)

Abstract. The article discusses the principles of developing a digital twin using unmanned technologies to analyze the agroecological state of land in agriculture. The technical and software elements with which the unmanned aerial vehicle is equipped are given.

Keywords: unmanned aerial vehicles, digitalization of agriculture, multispectral technologies, precision agriculture, UAVs for agriculture, digital twin

Актуальные данные об агроэкологическом состоянии земель позволяют своевременно выявить негативную экологическую обстановку и провести оценку данной территории, как природного комплекса, имеющего специализированный природно-ресурсный потенциал. Цифровой двойник представляет собой технологию интеллектуального управления реальным объектом в цифровой среде. Главной рабочей машиной по созданию интеллектуальной технологии является беспилотный летательный аппарат (БПЛА), оснащенный полезной нагрузкой. Полезная нагрузка, использующая LIDAR и мультиспектральные технологии, делают возможным создание детальных ортофотопланов и 3D-моделей сельскохозяйственной местности.

Внедрение цифрового двойника в сферу сельского хозяйства является этапом ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», разработанное Министерством Сельского Хозяйства Российской Федерации. Данный инновационный проект подразумевает обеспечить технологический прорыв в агропромышленном комплексе (АПК) и достижение производительности труда на сельскохозяйственных предприятиях в два раза к 2024 году [1].

Целью статьи является исследование принципов разработки цифрового двойника для анализа агроэкологического состояния земель с применением беспилотных летательных аппаратов, оснащенных полезной нагрузкой. Задачами статьи являются: разработка конфигурации беспилотного летательного аппарата, способного выполнять полеты для сбора высокоточной информации; разработка алгоритма обработки собранных данных в специализированном программном обеспечении с последующей загрузкой в интеллектуальную систему «Цифровой двойник».

Методика

Цифровой двойник (ЦД) является базой создания высокотехнологичного интеллектуального управления сельским хозяйством. Основным принципом разработки системы является сканирование и сбор данных требуемой территории с применением рабочей машины – беспилотный летательный аппарат, оснащенный полезной нагрузкой. Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – высокотехнологичная автономная система, способная выполнять задачи в сжатые сроки с минимальным применением трудовых ресурсов. Основными преимуществами БПЛА по сравнению с космическими спутниками являются: высокая мобильность, низкая себестоимость, высокоинтегрированность системы обработки изображений [2]. Искусственный интеллект (ИИ) делает возможным интеграцию внешних условий, таких как метеоданные, при помощи которых создается прогноз состояния территории на будущее.

Для того, чтобы собрать высокоточные данные, БПЛА должен быть оснащен полезной нагрузкой в виде мультиспектральной камеры и LIDAR-датчика.

Мультиспектральный анализ активно применяется в рамках цифрового проекта «Точное земледелие» – концепция управления сельским хозяйством, целью которого является определение системы поддержки принятия решений (DSS – Decision Support System) для управления всем сельским хозяйством, вследствие чего создается оптимизация отдачи от затрат при сохранении ресурсов. Мультиспектральная съемка – вид аэрофотосъемки, изображение которого формируется одновременно в 5-12 зонах спектральных полос электромагнитного излучения. Современные мультиспектральные камеры используют следующие каналы для формирования изображения:

- Красный край (RE) – Длина волны: 730 нм ± 16 нм. Канал выявляет пигмент хлорофилл, при участии которого происходит фотосинтез;
- Ближний инфракрасный (NIR) – Длина волны: 840 нм ± 26 нм. Канал расположен на границе видимого света и среднего инфракрасного излучения;
- Зеленый (G) – Длина волны: 560 нм ± 16 нм. Канал используется для визуализации вегетативной активности растений и процесса их старения;
- Красный (R) – Длина волны: 650 нм ± 16 нм. Канал используется для анализа качества и состояния почв;
- Синий (B) – Длина волны: 450 нм ± 16 нм. Канал используется для отображения на снимках воды.

Принцип работы мультиспектральной камеры состоит в прохождении электромагнитным излучением объективов и его расщеплением на спектры, в результате которого на каждом сенсоре сохраняется цифровая информация. В качестве мультиспектральной камеры целесообразно использовать разработку китайской компании DJI – Multispectral. Камера использует двойную систему обработки изображений: RGB + мультиспектральная. Главной особенностью устройства является наличие модуля RTK, использование которого

способствует определению местоположения центра обработки изображений каждой камеры (таблица 1).

Таблица 1 – Технические параметры камеры DJI

Наименование параметра	Значение
Максимальный размер изображения [RGB]	5280x3956
Максимальный размер изображения [Мультиспектральный]	2592x1944
Точность позиционирования модуля RTK	Фиксированная RTK: По горизонтали: 1 см + 1 мм/км; вертикальный: 1,5 см + 1 мм/км

LIDAR (Light Detection and Ranging – световая система обнаружения и измерения дальности) считается инновационной технологией для построения 3D-моделей реальных объектов. Принцип работы LIDAR-датчика заключается в отражении лазера от исследуемого объекта с последующим созданием трехмерного облака точек. В качестве LIDAR-датчика целесообразно использовать разработку китайской компании Livox – MID-360. Ключевой особенностью LIDAR-датчика является 3D-восприятие на 360 градусов (таблица 2).

Таблица 2 – Технические параметры LIDAR-датчика

Наименование параметра	Значение
Длина волны лазера	905 нм
Поле обзора	По горизонтали: 360°, по вертикали: -7° ~ 52°
Скорость точки	200 000 точек/с

Мультиспектральные и LIDAR данные, собранные БПЛА, обрабатываются в специализированном программном обеспечении (ПО). На данный момент разработан макет ПО, который делает возможным создавать 3D карту объектов, откалиброванные карты отражаемости и визуализировать карты индекса растительности [3,4] (рисунок 1):

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – нормализованный относительный индекс растительности) – показатель количества фотосинтетически активной биомассы, измеряет красный (R) спектр;
- GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index – зелёный нормализованный относительный индекс растительности) – показатель аналогичен NDVI, вместо красного (R) спектра измеряет зеленый (G);
- NDRE (Normalized Difference Red Edge – нормализованный разностный индекс красного края) – показатель, используемый для оценки концентрации азота в листьях растений;
- LCI (Land Color Index – индекс цвета почвы) – индекс, используемый для оценки плодородности почвы;
- OSAVI (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index – индекс растительности с оптимизированным учетом почвы) – индекс, используемый для оценки состояния разреженной молодой зелёной растительности с учётом влияния почвы.

Рисунок 1 – Макет специализированного ПО для анализа мультиспектральных снимков в концепции интеллектуальной системы «Цифровой двойник»

Алгоритм обработки данных производится следующим образом:

1. Данные загружаются в ПО, ИИ автоматически определяет положение камеры и строит разреженное облако точек;
2. Происходит создание плотного облака точек на основании алгоритма SGM (Semi-Global Matching – полуглобальное соответствие);
3. Создание полигональной модели, чем больше полигонов содержит исследуемый объект, тем реалистичнее выглядит объект;
4. Происходит накладывание текстур для улучшения визуализации модели на основании фото-видеоизображений.

Результаты

Обработанный ортофотоплан загружается в «Цифровой двойник», записываются математические уравнения, которые описывают поведение реального объекта при определенных условиях эксплуатации. На данный момент, ведутся разработки данной интеллектуальной системы, которая в совершенстве должна интегрироваться с другими ПО.

Выводы

Таким образом, внедрение IT-технологий – новый этап развития сельского хозяйства. За счет внедрения интеллектуальной технологии «Цифровой двойник» с применением беспилотных летательных аппаратов происходит оптимизация прогнозирования и планирования состояния сельскохозяйственных земель. Все это способствует производству сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами.

Список источников

1. Министерство Сельского Хозяйства Российской Федерации. Ведомственный проект. Цифровое сельское хозяйство — Режим доступа: https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf
2. Использование беспилотного летательного аппарата для мониторинга за состоянием агроценозов и составления электронных карт полей / Н.В. Абрамов, С.А. Семизоров, С.В. Шерстобитов и др. // Земледелие. 2021. № 8. С. 8-12.

3. Баширова, Ч.Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч.Ф. Баширова // Молодой ученый. – 2019. – № 31 (269). – С. 30-31.
4. Fang H. Leaf Area Index Models / H. Fang, S. Liang. // Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences – 2014.

Научная статья
УДК 632.51:631.582:633.2/.4

Управление сорной растительностью в кормовом севообороте при различных технологиях возделывания

канд. с.-х. наук, доцент А.М. Труфанов[1];
канд. с.-х. наук, доцент Т.П. Сабирова[1, 2];
PhD, профессор М. Лацко-Бартошева[3];
обучающаяся Т.Н. Филатова[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», пос. Михайловский, Россия;
[3]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия)

Аннотация. Использование дифференцированных по интенсивности и экологической направленности технологий возделывания сельскохозяйственных культур приводит к различным результатам в контроле сорной растительности, обилие которой оказывает существенное влияние на продуктивность агрофитоценозов, поэтому разработка эффективных мер управления сорной растительностью является в настоящее время актуальной и значимой задачей. Для ее решения в полевом многолетнем опыте в 2022 году были изучены показатели численности, сухой массы и видового состава сорного компонента полевых фитоценозов культур кормового севооборота (однолетних и многолетних трав, яровой тритикале, ячменя и кукурузы) под влиянием различных агротехнологий (экстенсивной, средне- и высокоинтенсивной, органической, биологизированной), а также их урожайность. Исследования позволили утверждать, что выращивание в севообороте многолетних трав до 3 лет пользования приводит к максимальному снижению засоренности посевов, особенно малолетними видам сорных растений, а использование сидерата в качестве промежуточной культуры – способствует искоренению многолетних видов. При сравнении технологий возделывания органическая имела преимущество в снижении численности и массы малолетних видов сорняков. С точки зрения урожайности наиболее эффективными в севообороте были кукуруза и многолетние травы, выращиваемые по фону высокоинтенсивной технологии.

Ключевые слова: численность и сухая масса сорных растений, структура и видовой состав сорных растений, кормовые культуры, севооборот, технологии возделывания, органическая технология, урожайность

Weed control in fodder crop rotation with different cultivation technologies

Candidate of Agricultural Sciences, Docent A.M. Trufanov[1];
Candidate of Agricultural Sciences, Docent T.P. Sabirova[1, 2];
PhD, Professor M. Lacko-Bartošová[3];
Student T.N. Filatova[1]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – FSBSI «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology», Mikhailovsky village, Russia;
[3]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia)

Abstract. The use of technologies of agricultural crops cultivation differentiated in intensity and ecological orientation leads to different results in the control of weeds, the abundance of which has a significant impact on the productivity of agrophytocenoses, therefore, the studying of effective measures for managing weeds is currently an urgent and significant task. To solve it, in a long-term field experiment in 2022, indicators of the abundance, dry weight and species composition of the weed component of field phytocenoses of forage crop rotation crops (annual and perennial grasses, spring triticale, barley and corn) were studied under the influence of various agricultural technologies (extensive, medium and high-intensity, organic, biologized), as well as their productivity. Studies have allowed us to assert that the cultivation of perennial grasses in crop rotation up to 3 years of use leads to a maximum reduction in weediness of crops, especially annual weed species, and the use of green manure as an intermediate crop contributes to the eradication of perennial species. When comparing cultivation technologies, organic cultivation had an advantage in reducing the number and mass of annual weed species. From the point of view of productivity, the most effective in the crop rotation were corn and perennial grasses grown on the background of high-intensity technology.

Keywords: number and dry mass of weeds, structure and species composition of weeds, fodder crops, crop rotation, cultivation technologies, organic technology, productivity

Сорные растения характеризуются высокой конкурентоспособностью и вредоносностью по отношению к выращиваемым культурам, зачастую являясь серьезным препятствием в получении планируемой продуктивности агрофитоценозов – снижение урожая полевых культур, обусловленное сорняками, оценивается в 10-45%, а иногда и более [1, 2].

Несмотря на широкое внедрение технологий и элементов сберегающего земледелия в различных почвенно-климатических условиях, до настоящего времени остаются дискуссионными вопросы влияния различных по интенсивности технологий на обилие сорных растений [3, 4]. Особенно

актуальной задачей контроль сорной растительности является в условиях использования технологий различной экологической направленности [5].

Отправной точкой при разработке эффективной системы защиты является фитосанитарный мониторинг, задачей которого является выявление доминирующих видов сорных растений в посевах культур [6].

Таким образом, актуальными и значимыми являются исследования, целью которых были установить эффективность управления сорной растительностью с помощью различных по интенсивности и экологической направленности технологий возделывания культур в севообороте.

Методика

В 2022 году в полевом многолетнем опыте Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» и кафедры агрономии Ярославской ГСХА изучались основные показатели обилия сорной растительности – численность, сухая масса и видовой состав под влиянием двух факторов – культуры севооборота (однолетние травы с подсевом многолетних, многолетние травы первого, второго и третьего года пользования, яровая тритикале на зеленую массу + поукосно рапс на сидерат, ячмень на зерно, кукуруза на силос) и различных по интенсивности и экологической направленности технологий их возделывания – экстенсивной (контроль – без удобрений и пестицидов), интенсивной (органические удобрения + средние нормы минеральных удобрений), высокоинтенсивной (органические удобрения + повышенные нормы минеральных удобрений + химическая защита растений), органической (без минеральных удобрений и пестицидов, применение только органических удобрений – сидерат рапс, ячменная солома, последний укос многолетних трав на сидерат, навоз), биологизированной (без пестицидов, небольшие нормы минеральных удобрений + органические удобрения).

Определение численности, сухой массы и видового состава сорных растений проводились использованием общепринятых методик (по Б.А. Смирнову, В.И. Смирновой): численность – с помощью рамок (с выделением отдельных видов), сухая масса – путем высушивания до постоянной массы в термостате при температуре 105 ^{0}С и взвешивания с точностью до 0,1 г (с выделением группы малолетних и многолетних сорных растений).

В 2022 году температура воздуха за период вегетации культур кормового севооборота была выше среднемноголетних данных, кроме мая месяца, в среднем на 8,1%, тогда как количество осадков – ниже в среднем на 39,2%, особенно в августе месяце, что могло негативно сказаться на питательном режиме почвы, доступности удобрений и урожайности выращиваемых культур.

Результаты

Объективными показателями оценки обилия сорных растений являются их численность и масса [7, 8].

Эти показатели в посевах кормовых культур в 2022 году были на достаточно высоком уровне. При этом большее распространение получила

группа малолетних сорных растений, которая по численности превышала многолетние в среднем в 3-4 раза, по сухой массе в 2,0-2,5 раза (таблица 1).

Таблица 1 – Численность (шт./м^2) и сухая масса (г/м^2) сорных растений в посевах кормовых культур в среднем за их вегетацию (в среднем по изучаемым факторам)

Вариант	Всего		Многолетние		Малолетние	
	числен-ность	сухая масса	числен-ность	сухая масса	числен-ность	сухая масса
Фактор А. Культура севооборота						
Однолетние травы с подсевом многолетних трав	58,1	125,2	11,8	61,1	46,3	64,1
Многолетние травы 1 г.п.	46,2	76,1	20,9	37,0*	25,3	39,1
Многолетние травы 2 г.п.	16,1*	29,1*	5,5*	14,4*	10,5*	14,7*
Многолетние травы 3 г.п.	6,0*	8,6*	3,4*	7,6*	2,5*	1,0*
Яровая тритикале	67,1	70,1	5,3*	10,0*	61,9	60,0
Ячмень	36,9	62,1*	1,3*	1,7*	35,6	60,4
Кукуруза	57,2	75,5	8,0	16,7*	49,3	58,8
Фактор В. Технология возделывания						
Контроль	36,6	62,7	9,0	24,9	27,6	37,8
Интенсивная	40,4	54,2	7,8	12,2	32,6	42,0
Высокоинтенсивная	45,3	87,4**	7,4	21,8	37,9	65,5**
Органическая	38,1	40,9	8,5	21,8	29,6	19,0
Биологизированная	45,0	73,9	7,4	25,3	37,6	48,6

Условные обозначения в таблицах:
* - различия существенны по фактору «Культура севооборота»,
** - различия существенны по фактору «Технология возделывания».

В среднем по изучаемым факторам общая численность и масса сорных растений была наибольшей в посеве однолетних трав, в посевах других культур показатели снижались, причем существенно под посевами многолетних трав – по численности в среднем в 2,5 раза, по сухой массе – в 3,3 раза. Высокая засоренность однолетних трав была обусловлена обеими группами сорных растений – малолетними и многолетними за счет повышения засоренности после внесения навоза под кукурузу, отсутствием очищающего действия многолетних трав к моменту выращивания однолетних, а также слабым развитием самих однолетних трав.

Особенно высокая засоренность наблюдалась по группе многолетних сорных растений, существенно отличавшихся от всех остальных культур севооборота, как по численности, так и по сухой массе. Наибольшей конкурентной способностью по отношению к сорной растительности, особенно малолетней, характеризовались многолетние травы третьего года пользования (численность 2,5 шт./м^2, сухая масса 1,0 г/м^2). В подавлении многолетней группы сорных растений был наиболее эффективен посев ячменя (численность

1,3 шт./м^2, масса 1,7 г/м^2), что связано с фитосанитарным эффектом сидерата, высеваемого после яровой тритикале, а также применением гербицида.

Что касается технологий возделывания, то в целом по сорным растениям минимальная численность и сухая масса отмечались на вариантах без применения минеральных удобрений – экстенсивной (36,6 шт./м^2, 62,7 г/м^2) и органической (38,1 шт./м^2, 40,9 г/м^2). Тогда как внесение минеральных удобрений в дополнение к органическим повышало показатели обилия сорных растений, особенно на высокоинтенсивной технологии – численность на 23,8%, сухую массу – значительно – на 39,4% по сравнению с контрольной технологией, и на 18,9% и в 2,1 раза – по сравнению с органической. Эти изменения были обусловлены малолетней группой сорных растений – именно на высокоинтенсивной технологии наблюдалась их наибольшая численность (37,9 шт./м^2) и сухая масса (65,5 г/м^2), причем в последнем случае показатель существенно отличался от контроля и органической технологии. При этом, численность и масса многолетней группы существенно не различались в зависимости от технологий возделывания при наименьших значениях численности на высокоинтенсивной технологии (7,4 шт./м^2), массы – на интенсивной (12,2 г/м^2). Это свидетельствует о повышении засоренности малолетними видами сорных растений при внесении минеральных удобрений, даже на вариантах применения гербицидов в посевах ячменя и кукурузы, тогда как отзывчивость многолетников на различные виды и нормы удобрений в технологиях возделывания, а также применение пестицидов имела незначительную разницу по изучаемым вариантам.

Видовой состав сорных растений является важным показателем структуры агрофитоценозов, так как он не остается неизменным с течением времени в связи с изменениями природных и технологических условий [9]. В зависимости от многообразия видов меняется и устойчивость самого агрофитоценоза [10].

Из многолетних сорных растений были идентифицированы 13 видов, среди которых наибольшую долю занимали осот полевой (28,0%), бодяк полевой (33,5%), одуванчик лекарственный (14,4%), хвощ полевой (8,2%) и другие (с долей участия в сообществе сорных растений менее 5,0%). Стоит отметить, что в посевах отдельных культур доля участия некоторых сорных растений отличалась. Например, в посеве яровой тритикале, наряду с наиболее распространенными сорными растениями, указанными выше, заметную долю имел чистец болотный (15,5%), а в посеве ячменя – вьюнок полевой (13,5%). В посевах многолетних трав наблюдалось наименьшее разнообразие многолетних сорных растений – 5-6 видов по сравнению с другими культурами – 9-13 видов. При сравнении технологий возделывания заметных различий по преобладающим видам не было, можно лишь отметить, что при использовании экологических технологий (органической и биологизированной) выросла доля хвоща полевого (до 13,0-13,4%).

Состав малолетних видов сорных растений был более разнообразным – насчитывал 16 видов. В сообществе малолетних видов преобладали: марь белая (19,6%), ромашка непахучая (15,3%), звездчатка средняя (13,7%), дымянка

аптечная и ярутка полевая (по 9,3%), пикульник красивый (8,4%). Как и в случае с многолетними видами, видовое разнообразие малолетников было более широким в посевах зерновых культур и однолетних травах (11-16 видов), тогда как использование многолетних трав до 2 и 3 лет приводило к практически полному исчезновению малолетних видов сорняков. Контрольная технология возделывания отличалась наименьшим видовым разнообразием (12 видов) по сравнению с технологиями с внесением удобрений в той или иной форме.

Неотъемлемой характеристикой агротехнологий является урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур [11, 12].

Урожайность культур кормового севооборота в условиях 2022 года, отличавшихся нетипичными погодными условиями, была на более низком уровне, чем в предыдущие периоды исследований (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность культур кормового севооборота, т/га основной продукции

Культура севооборота (продукция)	Технология возделывания				
	контроль	интенсивная	высокоинтенсивная	органическая	биологизированная
Однолетние травы с подсевом многолетних трав (зеленая масса)	13,5	14,8	15,5	13,2	14,2
Многолетние травы 1 г.п. (зеленая масса)	23,3	31,6	34,5**	25,5	28,5
Многолетние травы 2 г.п. (зеленая масса)	29,4	35,6	36,4	29,1	30,6
Многолетние травы 3 г.п. (зеленая масса)	24,6	30,4	31,5	25,0	26,7
Яровая тритикале (зеленая масса)	12,2	23,3	28,6	20,8	22,7
Ячмень (зерно)	2,6	3,7	3,8	2,9	3,5
Кукуруза (зеленая масса)	28,4	43,0	50,4	29,7	43,0

Однако тенденции изменений при сравнении культур были похожими: наибольшую урожайность обеспечило выращивание кукурузы – в среднем по технологиям выращивания было получено 38,9 т/га зеленой массы; также высокой урожайностью характеризовались многолетние травы второго года пользования – 32,2 т/га. На вариантах остальных культур урожайность зеленой массы снижалась по сравнению с кукурузой – многолетних трав 1 г.п. на 35,5%, многолетних трав 3 г.п. – на 40,9%, яровой тритикале – на 80,9%, однолетних трав – в 2,7 раза. Наименьшая урожайность отмечалась при выращивании ячменя – в среднем 3,5 т/га, однако для урожайности зерна это был довольно высокий показатель, превысивший результаты прошлых лет исследований.

При сравнении технологий возделывания наблюдалась динамика повышения урожайности возделываемых культур по сравнению с контрольной

технологией, однако достоверные различия были выявлены только при использовании высокоинтенсивной технологии многолетних трав первого года пользования – их урожайность существенно увеличилась (на 48,1%) на данном варианте по сравнению с экстенсивной технологией. Остальные различия носили характер тенденций.

Большей прибавкой характеризовались варианты с внесением минеральных форм удобрений. Использование их в минимальных нормах на биологизированной технологии способствовало получению прибавки урожая однолетних трав 5,2%, многолетних трав в среднем 10,9%, яровой тритикале – 86,1%, ячменя – 34,6%, кукурузы – 51,4%. Повышение норм до среднего уровня в интенсивной технологии обеспечило увеличение и прибавки урожая: однолетних трав – на 9,6%, многолетних трав – на 26,1%, яровой тритикале – на 90,9%, ячменя – на 42,3%, кукурузы – на 51,4%. Использование высокоинтенсивной технологии с повышенными нормами минеральных удобрений и использованием пестицидов привело к получению максимального урожая на всех изучаемых культурах, прибавка по сравнению с контролем составила: однолетних трав 14,8%, многолетних трав – 32,3%, яровой тритикале – 2,3 раза, ячменя – 46,2%, кукурузы – 77,5%. Наименьшей прибавкой характеризовалась органическая технология, исключающая применение минеральных удобрений и пестицидов: многолетних трав – 2,8%, яровой тритикале – 70,5%, ячменя – 11,5%, кукурузы – 4,6%, при урожайности однолетних трав на уроне контроля. Однако при этом, органический вариант не способствовал существенному снижению урожайности выращиваемых в севообороте культур, даже в сравнении с интенсивной и высокоинтенсивной технологиями, что, вероятно, связано с нетипичными по температурному режиму и недостаточному увлажнению метеорологическими условиями вегетационного периода 2022 года.

Выводы

Таким образом, выращивание в севообороте многолетних трав до 3 лет пользования приводит к максимальному снижению засоренности посевов, особенно подавлению малолетних видов сорных растений (до 2,5 шт./м^2 по численности и до 1,0 г/м^2 – по сухой массе), а использование сидерата (рапса) в качестве промежуточной культуры – способствует искоренению многолетних видов в посеве следующей культуры – ячменя (численности – до 1,3 шт./м^2, сухой массы – до 1,7 г/м^2), тогда как выращивание культур с внесением или последействием навоза повышает обилие сорняков в 2-3 и более раз. При сравнении технологий возделывания органическая не только не уступала, а по снижению численности и массы малолетних видов сорняков имела преимущество по сравнению даже с интенсивными технологиями, что свидетельствует об эффективном управлении сорным компонентом агрофитоценозов кормовых культур, выращиваемых в семипольном севообороте. С точки зрения продуктивности наиболее эффективными в севообороте были кукуруза (урожайность до 50,4 т/га) и многолетние травы (урожайность до 36,4 т/га на втором году пользования), что было обусловлено

высокоинтенсивной технологией их возделывания, однако существенные различия по изучаемым вариантам технологий практически отсутствовали как в сравнении с органической, так и контрольной экстенсивной технологиями.

Список источников

1. Большакова Е.В., Кочевых М.Ю., Труфанов А.М., Смирнов Б.А. Влияние энергосберегающих технологий обработки почвы, удобрений и гербицидов на засорённость посевов и урожайность полевых культур // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2009. № 3. С. 26-37.
2. Мельникова О.В.,Ториков В.Е., Осипов А.А. Изменение видового состава сорной растительности в агрофитоценозах при разных технологиях возделывания полевых культур // Вестник ФГОУ ВПО Брянская ГСХА. 2019. №1 (71). С.32-38. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-vidovogo-sostava-sornoy-rastitelnosti-v-agrofitotsenozah-pri-raznyh-tehnologiyah-vozdelyvaniya-polevyh-kultur (дата обращения: 14.03.2023).
3. Смирнов Б.А., Кочевых М.Ю., Смирнова В.И., Труфанов А.М. Засоренность посевов в зависимости от систем обработки, удобрений и гербицидов // Агро XXI. 2007. № 7-9. С. 32-34.
4. Баздырев Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий // Известия ТСХА. 2005. №4. С.32-40. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-dlitelnogo-primeneniya-pochvozaschitnyh-tehnologiy (дата обращения: 11.03.2023).
5. Щукин С.В., Труфанов А.М., Чебыкина Е.В. Влияние ресурсосберегающих обработок на засоренность ячменя в условиях экологизации земледелия Нечерноземной зоны России // Органическое сельское хозяйство и агротуризм: Материалы международной научно-практической конференции в рамках международного туристического форума "Агротуризм в России", г. Улан-Удэ, 26-28 июня 2014 года / ФГБОУ ВПО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова". – г. Улан-Удэ: ФГБОУ ВПО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова", 2014. С. 135-141.
6. Девяткин С.А., Бочкарев Д.В., Бочкарев В.Д., Девяткина Т.Ф. Видовой состав и обилие сорных растений в посевах ярового рапса в условиях юга Нечерноземной зоны России // Вестник Алтайского ГАУ. 2020. №8 (190). С. 11-16. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vidovoy-sostav-i-obilie-sornyh-rasteniy-v-posevah-yarovogo-rapsa-v-usloviyah-yuga-nechernozemnoy-zony-rossii (дата обращения: 17.03.2023).
7. Шулепова О.В., Фисунов Н.В., Санникова Н.В. Анализ видового и количественного состава сорных растений в пшеничном агрофитоценозе в условиях Зауралья // Известия ОГАУ. 2022. №3 (95). С.56-60. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vidovogo-i-kolichestvennogo-sostava-sornyh-rasteniy-v-pshenichnom-agrofitotsenoze-v-usloviyah-zauralya (дата обращения: 15.03.2023).
8. MacLaren C., Labuschagne J., Swanepoel P.A. Tillage practices affect weeds differently in monoculture vs. crop rotation // Soil and Tillage Research. 2021.

Volume 205. 104795. – ISSN 0167-1987. – https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104795.
9. Мысник Е.Н. Анализ видового состава сорных растений Лленинградской области // Вестник защиты растений. 2012. №4. С. 68-70. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vidovogo-sostava-sornyh-rasteniy-leningradskoy-oblasti (дата обращения: 20.03.2023).
10. Ворников Д.В., Баздырев Г.И., Павликов А.А. Формирование агрофитоценозов полевых культур в степной зоне Среднего Поволжья // Известия ТСХА. 2010. №6. С.7-17. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-agrofitotsenozov-polevyh-kultur-v-stepnoy-zone-srednego-povolzhya (дата обращения: 19.03.2023).
11. Денисенко В.В., Бельтюков Л.П., Кувшинова Е.К., Гордеева Ю.В. Влияние технологий возделывания на продуктивность сельскохозяйственных культур в полевом севообороте // Вестник АПК Ставрополья. 2016. №1 (21). С.172-176. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnologiy-vozdelyvaniya-na-produktivnost-selskohozyaystvennyh-kultur-v-polevom-sevooborote (дата обращения: 14.03.2023).
12. Chahal I., Hooker D.C., Deen B., Janovicek K., Van Eerd L.L. Long-term effects of crop rotation, tillage, and fertilizer nitrogen on soil health indicators and crop productivity in a temperate climate // Soil and Tillage Research. 2021. Volume 213. 105121. – ISSN 0167-1987. – https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105121.

Научная статья
УДК 631.582:[631.452+633.2/.3]

Влияние севооборота на укрепление кормовой базы и плодородия почвы

обучающаяся, научный сотрудник А.А. Трущенко[1, 2]; канд. с.-х. наук, доцент Т.П. Сабирова[1, 2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», пос. Михайловский, Россия)

Аннотация. В статье представлен обзорный материал по зарождению и развитию учения о севообороте, а также дается обоснование подбора культур в кормовой севооборот, заложенный в условиях полевого стационарного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля Ярославского НИИЖК филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». По результатам исследований в семипольном севообороте приводится продуктивная урожайность культур, побочная урожайность растений (зеленая масса на сидерат, пожнивно-корневые остатки, солома) и указывается содержание питательных элементов, поступающих в почву при их внесении.

Ключевые слова: севооборот, викоовсяная смесь, многолетние травы, тритикале, ячмень, кукуруза, сидерат, пожнивно-корневые остатки, солома

The influence of crop rotation on strengthening the forage base and soil fertility

Student, Research Officer A.A. Trushchenko[1, 2];
Candidate of Agricultural Sciences, Docent T.P. Sabirova[1, 2]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl Scientific Research Institute of livestock breeding and forage production – FSBSI «Federal Williams Research Center of Forage Production and Agroecology», Mikhailovsky village, Russia)

Abstract. The article presents an overview of the origin and development of the doctrine of crop rotation, and also provides a rationale for the selection of crops in a fodder crop rotation, laid down under the conditions of a stationary field experiment on soddy-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Yaroslavl NIIZhK branch of the Federal Scientific Center "VIK named after V.R. Williams. According to the results of studies in a seven-field crop rotation, the productive yield of crops, the side yield of plants (green mass for green manure, stubble and root residues, straw) are given, and the content of nutrients entering the soil when they are applied is indicated.

Keywords: crop rotation, vetch-oat mixture, perennial grasses, triticale, barley, corn, green manure, stubble and root residues, straw

Севообороты являются одним из важных факторов эффективного использования земельных ресурсов, повышения урожайности культур, улучшения качества продукции и важнейшим условием интенсификации земледелия [1; 2]. Практика севооборота или последовательного выращивания ряда видов растений на одной и той же земле существует уже тысячи лет. Севооборот сложился главным образом на основе опыта человечества, это практиковалось во времена китайской династии Хань более 3000 лет назад. Преобладающее мнение состояло в том, что каждая из культур в севообороте получала свои питательные вещества из разных зон или частей почвы, это представление использовалось для объяснения того, почему последовательность различных культур дает лучшие результаты, чем одна культура, выращиваемая из года в год. Между 1730 и 1840 годами практика севооборота и использования искусственного навоза (извести и других почвенных минералов) в дополнение к навозу животных стала почти повсеместной в Англии. Один из ранних английских писателей-аграриев, Артур Янг высоко оценил ценность бобовых культур, использование севооборота, кормление скота на ферме и возврат навоза в землю. Несмотря на их широкое использование, земледельцы того времени, такие как Юстис фон Либих (1859), считали, что хотя севооборот улучшает физическое и химическое состояние почвы, все растения в конечном итоге истощают почву. Либих считал, что, если не проводить интенсивную обработку почвы, все поля в конечном итоге потеряют свое плодородие, независимо от севооборота [3].

В России Иван Михайлович Комов много внимания уделял повышению плодородия земли, и отмечал, что «издавна земледельцы с великою прилежностью навоз собирают и с превеликою пользою употребляют». Земледелие было для И.М. Комова частью «науки естественной», поэтому сначала он рассматривал главные факторы земледелия: свойства растений, воздуха, воды и земли [4]. Он пишет, что пахать землю так же нужно, как вносить навоз. Он, как и А.Т. Болотов, считал, что на удобрение земли можно использовать все, что имеет животное и растительное происхождение, т.е. все, что «согнивает в земле и повышает ее плодородие. Но есть вещи «земляного царства» – песок, мел, глина, известь, соль и другие, которые сами собою бесплодны, но смешанные с землею, делают ее плодородною». В то же время он предостерегает, что к этим веществам «земляного царства» нужно обращаться так, чтобы не навредить, то есть нужно хорошо знать, на каких почвах, под какую культуру, сколько и когда их вносить [5]. Далее учение о удобрениях и севообороте продолжил Прянишников Дмитрий Николаевич – физиолог, агрохимик, биохимик и агроном. В своих работах значительную роль отдавал азоту, фиксированному бобовыми культурами и посевам сидератов. Он на основании многолетних полевых опытов и сопутствующих наблюдений установил географические закономерности эффективности удобрений в зависимости от почвенно-климатических условий, разработал приемы рационального использования традиционных (органических и минеральных), биологических (азотфиксации, сидератов, растительных остатков и соломы), агрорудных (торфа, торфовивианитов, сапропеля и др.) источников питательных веществ и мелиоративных материалов (извести, гипса, фосфогипса и др.) [6]. Главное значение в повышении продуктивности земледелия Д.Н. Прянишников уделял увеличению урожайности всех сельскохозяйственных культур за счет использования минеральных удобрений. После революции, при нехватке минеральных удобрений в стране, академик призывал применять в качестве органических удобрений кислые выделения корней люпина и иных бобовых культур, применение извести, золы и навоза с внесением в него торфа. Все это ученый предлагал вносить на фоне выполнения элементарных правил земледелия относительно своевременной и целесообразной обработки почвы. Таким образом, для повышения урожаев академик Д.Н. Прянишников рекомендовал широко использовать все местные средства удобрения – навоз, торф, фосфоритную муку и золу, а для решения азотного вопроса в земледелии – возделывание бобовых азотонакопителей, в равной мере однолетнего и многолетнего люпина на зеленое удобрение. Для широкого использования азота воздуха ученый считал, что необходимо кроме многолетних бобовых трав развивать культуру однолетних бобовых растений всех трех направлений: на удобрение, на корм и в пищевых целях. Севооборот же, в его понимании, рассматривался как определенное чередование культур во времени при подходящем их чередовании в пространстве, которое должно соответствовать назначенной системе земледелия. Академик Д.Н. Прянишников считался сторонником внедрения верных севооборотов, которые

обязаны создаваться с учетом местных природных и экономических условий. Он считал, когда севооборот подходящим образом отзывается на условия назначенного хозяйства, то это буквально будет главным агротехническим приемом для увеличения урожайности. В работе «Влияние замены навоза минеральными удобрениями на продуктивность различных культур и целого севооборота» Д.Н. Прянишников утверждал, что комплексное применение органических и минеральных удобрений дает больший выбор севооборотов, позволяя отступить от прежних требований строгого плодосмена [7]. На основе своих исследований Дмитрий Николаевич объединил в четыре группы взаимосвязанные причины чередования культур на полях: во-первых, это причины химического порядка, связанные с неодинаковым потреблением питательных веществ различными культурами из почвы; во-вторых, это причины физического порядка, т.е. различия в состоянии почвы и ее влажности после уборки разных культур; в-третьих, это причины биологического порядка, т.е. различное отношение культур к болезням, вредителям и сорным травам; в-четвертых, это причины экономического порядка, вытекающие из различий в количестве и распределении труда, требуемого разными культурами по сезонам, и разном их значении для организации сельскохозяйственного производства. По данным Прянишникова, «при введении в севооборот кормовых культур производительность зерновых культур увеличилась почти в 2 раза (с 7-8 ц/га до 16-17 ц/га, а с внесением минеральных удобрений до 20-25 ц/га).

В это же время вместе с Д.Н. Прянишниковым работал другой видный ученый Вильямс Василий Робертович, который разработал и обосновал травопольную систему земледелия [8]. Для улучшения структуры почвы в травопольных севооборотах выращивали большие площади многолетних трав. Предоставляя огромную роль травам в улучшении почвенной структуры, В.Р. Вильямс недооценивал значение бобовых культур, как азотонакопителей и использование органических и минеральных удобрений [9]. Учение В.Р. Вильямса о почве, природных и антропогенных факторах повышения ее плодородия, луговых и полевых экосистемах в разных зонах страны интенсивно развилось его учениками в связи с образованием в 1930 г. Всесоюзного научно-исследовательского института кормов, а в 1992 г. переименованного во Всероссийский научно-исследовательский институт кормов В.Р. Вильямса. Сформировались основные направления научных исследований кормопроизводства, имеющие актуальное значение в производстве экологически безопасной продукции, сохранении Природы и уменьшении заболеваний населения страны. На экспериментальных полях продуктивность люцерно-злаковых травостоев достигала 4,5-4,6 тыс. корм. ед./га, что превышало продуктивность травостоя с клевером луговым на 12-20%. В среднем за год накопление биологического азота составляло 98-104 кг/га. Данное количество азота, созданное за счет энергии Природы, соответствовало внесению 156-168 кг/га азотных удобрений [9]. В.Р. Вильямс создал систему агротехнических мероприятий по восстановлению и

повышению плодородия почвы, которая включает в себя рациональную организацию, использование территорий, правильно подобранная обработка почвы, система внесения удобрений в почву [10].

На основании учений о севообороте в Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» был разработан и введен кормовой семипольный севооборот. В севооборот подбирались культуры таким образом, чтобы получить корма с высокой энергетической, протеиновой питательностью и сохранением плодородия почвы.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,87%, P_2O_5 – 278 мг/кг почвы, K_2O – 128 мг/кг почвы, pH – 5,8. Общая площадь делянки 120 $м^2$ [11].

Первое поле севооборота включало однолетние травы – смесь вики яровой с овсом. Викоовсяная смесь в кормовом севообороте повышает фитосанитарное состояние посева и обеспечивает азотным питанием последующие культуры. Вика яровая возделывается в смеси с овсом. Эта смесь (викоовсяная) в результате формирует высокий урожай зеленой массы, сухого вещества и сырого протеина. Овес в чистых посевах дает зеленую массу богатую углеводами, но бедную белками, вика – богатую белками, но бедную углеводами. Поэтому их смесь в определенном соотношении компонентов представляет собой полноценный и сбалансированный по содержанию перевариемого протеина корм. В зеленой массе смеси существенно меньше клетчатки, нежели, в чистом посеве овса, поэтому повышается поедаемость и белковая полноценность корма. Смесь этих однолетних трав обеспечивают более устойчивые урожаи, так как снижение урожая одной культуры возмещается повышением другой [12]. В Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате исследований в 2021 году была получена урожайность викоовсяной смеси 2,29 т/га без внесения удобрений, а по последействию навоза и без внесения удобрений – 2,54 т/га.

Второе, третье и четвертое поле занимают многолетние травы, в состав которых входит люцерна изменчивая в смеси с тимофеевкой луговой и овсяницей луговой. Люцерна считается ценнейшей кормовой культурой, обеспечивающей наибольшую продуктивность, качественный корм с оптимальным содержанием протеина, витаминов и минеральных веществ. Замена клеверозлаковой смеси на люцернозлаковую смесь дает возможность использовать многолетние травы в севообороте три года при трех укосном использовании, при этом повысить урожайность зеленой массы люцерно-злаковой смеси и снизить себестоимость объемистых кормов. Полученная продукция обладает высокими кормовыми качествами. Многолетние травы в земледелии имеют неоценимые значения, поскольку это хорошие предшественники и почвоулучшающие растения, которые оставляют после себя в почве большое количество корней и благодаря этому увеличивают ее плодородие. Клубеньковые бактерии на корнях люцерны способны фиксировать атмосферный азот, отдавая его растению. Кроме того, корни, проникая на более глубокие слои почвы, обогащают больший ее объем азотом и

гумусом. Следовательно, они улучшают азотное питание сельскохозяйственных культур, но и азотный режим почвы, при этом служат более целесообразному расходованию гумуса, улучшают биологическую активность почвы, а так же ее фитосанитарное состояние [12]. В Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате исследований в 2019 году была получена урожайность многолетних трав без внесения удобрений за три укоса 48,6 т/га. При применении минеральных удобрений в дозе Р60К90 урожайность зеленой массы при трехукосном использовании трав составила 43,7 т/га и при двухукосном использовании 39,2 т/га. Последействие навоза несколько снижало урожайность многолетних трав в первом укосе на 5,4%. После себя многолетние травы оставляли 6,17 т/га пожнивно-корневых остатков, в которых содержалось 67,26 кг/га азота, 11,66 кг/га фосфора и 47,51 кг/га калия.

На пятом поле возделывается озимая тритикале на зеленую массу и высевается поукосно промежуточная культура яровой рапс. Возделывание озимый тритикале в качестве однолетних трав позволяет начать заготовку кормов в конце мая – начале июня, что обеспечивает животноводство высококачественным зеленым кормом в тот период времени, когда злаковые и бобовые травы еще не готовы к уборке. В первую декаду июня озимая тритикале способна формировать урожайность зеленой массы в до 12,16 т/га, сухого вещества – до 3,4 т/га, с содержанием сырого протеина 15,22 %, каротина – 25,31 мг/кг, сахаров – 14,20 % [12]. Рано убираемая озимая тритикале освобождает поле для выращивания в качестве промежуточной культуры ярового рапса на сидерат. Возделывание рапса упрощает борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. У ярового рапса мощная стержневая корневая система, она выполняет роль вертикального биологического дренажа, при этом улучшается водопроницаемость почвы. Благодаря глубокопроникающей корневой системе до 100-150 см длиной, рапс способен извлекать фосфор и калий из глубоких слоев почвы и накапливать его в зеленой массе. Крестоцветные культуры играют существенное значение в очищении почвы от инфекции. При запашке растений в почве усиленно развиваются микроорганизмы, тем самым влияют на биологические свойства почвы. Применяя яровой рапс в качестве сидерата, можно значительно усилить профилактическое санитарное действие севооборота [12]. В Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате исследований в 2019 году была получена урожайность зеленой массы ярового рапса без внесения удобрений 12,40 т/га. При применении минеральных удобрений в дозе $Р_{60}К_{90}$ урожайность зеленой массы составила 38,1 т/га, в которой содержалось азота 114,7 кг/га, фосфора 19,0 кг/га, калия 32,4 кг/га. После себя яровой рапс еще оставил 20,14 т/га пожнивно-корневых остатков, в которых содержалось 90,5 кг/га азота, 30,4 кг/га фосфора и 118,6 кг/га калия. При применении ярового рапса на сидерат вместе с зеленой массой и пожнивно-корневыми остатками в почву вносится азота 205,2 кг/га, фосфора 49,4 кг/га, калия 151,0 кг/га.

Шестое поле включает ячмень. Яровой ячмень – одна из главных культур в кормовом севообороте. Ячмень является отличным диетическим кормом для животных всех видов и возрастных групп. При кормлении молочных коров ячменной дертью или мукой получают молоко и масло хорошего качества. Высокая концентрация легкопереваримых углеводов обеспечивает высокую энергетическую питательность зерна ячменя 11,8 МДж обменной энергии (КРС) в 1 кг. В севообороте значимость ячменя заключается в том, что он оставляет после себя пожнивно-корневые остатки и солому, которые являются органическим удобрением для кукурузы [12]. В Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате исследований в 2021 засушливом году урожайность ярового ячменя без внесения удобрений составила 2,03 т/га. После себя для повышения плодородия почвы и как удобрение под кукурузу ячмень оставлял солому в количестве 1,05 т/га, вместе с ней в почву вносилось 12,01 кг/га азота, 2,02 кг/га фосфора, 9,04 кг/га калия, а также 0,76 т/га пожнивно-корневых остатков, с которыми вносилось 8,67 кг/га азота, 1,47 кг/га фосфора, 7,79 кг/га калия.

Седьмое поле занимает кукуруза. Кукуруза одна из главных культур в кормовом севообороте. По потенциальной урожайности, окупаемости затрат и энергетической питательности кукуруза превосходит все кормовые культуры. Кукурузный силос с высоким уровнем переваримости НДК (нейтральнодетергентной клетчатки), содержанием обменной энергии и сырого протеина является одним из самых ценных ингредиентов для составления полносмешанного рациона для высокопродуктивных (с надоем свыше 10000 кг) животных, которым крайне необходимо снизить кислотную нагрузку на рубец, при этом обеспечив их достаточным количеством легкопереваримой клетчатки. Кукуруза требовательна к плодородию почвы, оптимальная кислотность должна быть близка к 6 ед. pH. По этой причине под кукурузу вносят известковые, минеральные и органические удобрения в виде ячменной соломы и навоза [12]. В Ярославском НИИЖК – Филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в результате исследований в 2021 году была получена урожайность кукурузы с применением всех видов удобрений (известь 8 т/га, минеральные удобрения $N_{125}P_{125}K_{150}$, навоз 60 т/га, солома и пожнивно-корневые остатки ячменя) 93 т/га. После себя кукуруза оставляла по данной технологии возделывания 3,18 т/га, корней в которых содержалось 16,24 кг/га азота, 4,98 кг/га фосфора, 41,07 кг/га калия.

При освоении кормового севооборота на фоне без применения удобрений в 2021 году в среднем с каждого поля сбор составил сухого вещества 4,88 т/га, обменной энергии 51,38 ГДж, 4,43 тыс. к.ед. и 0,58 т/га сырого протеина. С применением минеральных и органических удобрений по интенсивной технологии возделывания культур продуктивность севооборота повышается и сбор составляет сухого вещества 7,96 т/га, обменной энергии 89,78 ГДж, 8,41 тыс. к.ед. и 1,05 т/га сырого протеина.

Список источников

1. Постолов, В.Д. Биологическая роль севооборотов в повышении земледелия и землепользования / В.Д. Постолов // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2020. – № 2(11). – С. 8-11.
2. Коновалова, Л.К. Роль фактора "севооборот" в управлении плодородием и продуктивностью почв / Л.К. Коновалова, В.В. Окорков, Р.Д. Петросян // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 8-2. – С. 146-152.
3. Edited by Donald L. Sparks – Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware, Newark, Delaware. – Text electronic// Pages 1-193 (1994) – Volume 53
4. Едемская, Н.Л. Вклад Ивана Михайловича Комова в развитие отечественного земледелия / Н.Л. Едемская // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010.
5. Едемская, Н.Л. Вклад Ивана Михайловича Комова в развитие отечественного земледелия / Н.Л. Едемская // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 2. – С. 61-62.
6. Гамзиков, Г.П. О сибирских агрохимических чтениях, посвященных основателю отечественной агрохимии академику Д.Н. Прянишникову / Г.П. Гамзиков // Агрохимия. – 2019. – № 7. – С. 3-15.
7. Коваленко, Н.П. Вклад академика Д.Н. Прянишникова в эволюцию севооборотов в системах мирового земледелия первой половины XX века / Н.П. Коваленко // Естественно-гуманитарные исследования. – 2014. – № 1(3). – С. 54-61.
8. Дейнекин, С.А. Василий Робертович Вильямс и его Травопольная система земледелия в Каменной степи / С.А. Дейнекин, А.И. Турусова, Е.Д. Чернышова // Центральный научный вестник. – 2018. – Т. 3. – № 10 (51). – С. 54-56.
9. Едемская, Н.Л. Вклад Ивана Михайловича Комова в развитие отечественного земледелия / Н.Л. Едемская // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 2. – С. 61-62.
10. Гамзиков, Г.П. О сибирских агрохимических чтениях, посвященных основателю отечественной агрохимии академику Д.Н. Прянишникову / Г.П. Гамзиков // Агрохимия. – 2019. – № 7. – С. 3-15.
11. Продуктивность и питательность люцернозлаковой смеси первого года пользования в условиях Ярославской области / Т.П. Сабирова, Г.С. Цвик, Р.А. Сабиров, Г.К. Ошкина // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2, № 1. – С. 4.
12. Сабирова, Т.П. Севооборот – основа органического земледелия / Т.П. Сабирова, Г.С. Цвик, Р.А. Сабиров // Органическое сельское хозяйство: опыт, проблемы и перспективы: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Ярославль, 26 февраля 2020 года. – Ярославль: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославская государственная сельскохозяйственная академия", 2020. – С. 84-93.

Научная статья
УДК 631.431: 631.8

Влияние технологий разной степени интенсификации и биологизации на сопротивление пенетрации почвы кормового севооборота

канд. с.-х. наук, доцент С.В. Щукин[1];
PhD, профессор М. Лацко-Бартошева[2];
аспирант В.В. Седова[1];
соискатель Е.В. Пасхина[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия)

Аннотация. В статье представлены результаты влияния различных технологий возделывания культур в кормовом севообороте на сопротивление пенетрации и продуктивность полевых культур. Установлено, что органическая технология способствовала формированию наименьших значений сопротивления пенетрации почвы – 3,35 МПа, при продуктивности 5594 корм. ед./га.

Ключевые слова: органическое земледелие, сопротивление пенетрации почвы, удобрения, урожайность

Influence of technologies of different degrees of intensification and biologization on soil penetration resistance in fodder crop rotation

Candidate of Agricultural Sciences, Docent S.V. Shchukin[1];
PhD, Professor M. Lacko-Bartošová[2];
Postgraduate Student V.V. Sedova[1];
Competitor E.V. Pashina[1]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia)

Abstract. The paper presents the results of the influence of various crop cultivation technologies in the fodder crop rotation on the soil penetration resistance and the productivity of field crops. It has been established that organic technology contributed to the formation of the lowest values of soil penetration resistance – 3.35 MPa, with a productivity of 5594 fodder units per ha.

Keywords: organic farming, soil penetration resistance, fertilizers, crop yields

Сопротивление пенетрации (твёрдость) почвы является важным физико-механическим свойством почвы, от которого во многом зависит доступность почвенной влаги и рост корней растений [1; 2]. Это может привести к ухудшению условий роста или даже гибели сельскохозяйственных культур. Критические значения данного показателя для однолетних растений – 2,5 МПа [3].

В настоящее время существуют технологии с различными уровнями интенсификации и биологизации, среди которых особое место занимает органическое производство, направленное на сохранение ресурсов почвенного

плодородия и устойчивого функционирования агроэкосистемы в целом [4]. В связи с этим вызывает интерес динамика сопротивления пенетрации почвы при разных по интенсивности и степени биологизации технологиях.

Методика

Исследования проводились в 2022 г. в полевом трёхфакторном опыте. Схема опыта представлена в работе [5]. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Определение твердости (сопротивления пенетрации) почвы проводилось стрелочным пенетрометром 06.01.SA Eijkelkamp, по диагонали делянки в 6 точках с глубин 5-40 см.

За время проведения исследований температура воздуха была выше климатической нормы при недоборе атмосферных осадков в летние месяцы.

Результаты

Проведенный корреляционно-регрессионный анализ установил среднюю отрицательную связь влажности и сопротивления пенетрации в 2018 году ($r = -0,45$; $p = 0,060$). Связь между плотностью и сопротивлением пенетрации в 2018 году характеризовалась как сильная положительная ($r=0,86$; $p<0,0001$), а в 2019 и 2021 гг. как средняя положительная ($r = 0,47$-$0,61$; $p < 0,005$).

В 2018 году твёрдость почвы изменялась от 1,95 до 4,38 МПа. В 2019 году наблюдалось снижение средних значений сопротивления пенетрации почвы при размахе варьирования 1,11-3,84 МПа. В 2020 году наблюдался наибольший размах варьирования изучаемого показателя 1,02-4,58 МПа. В 2021 году при наибольших средних значениях твердости почвы изменение от минимальных до максимальных лежали в пределах 2,07-4,39 МПа.

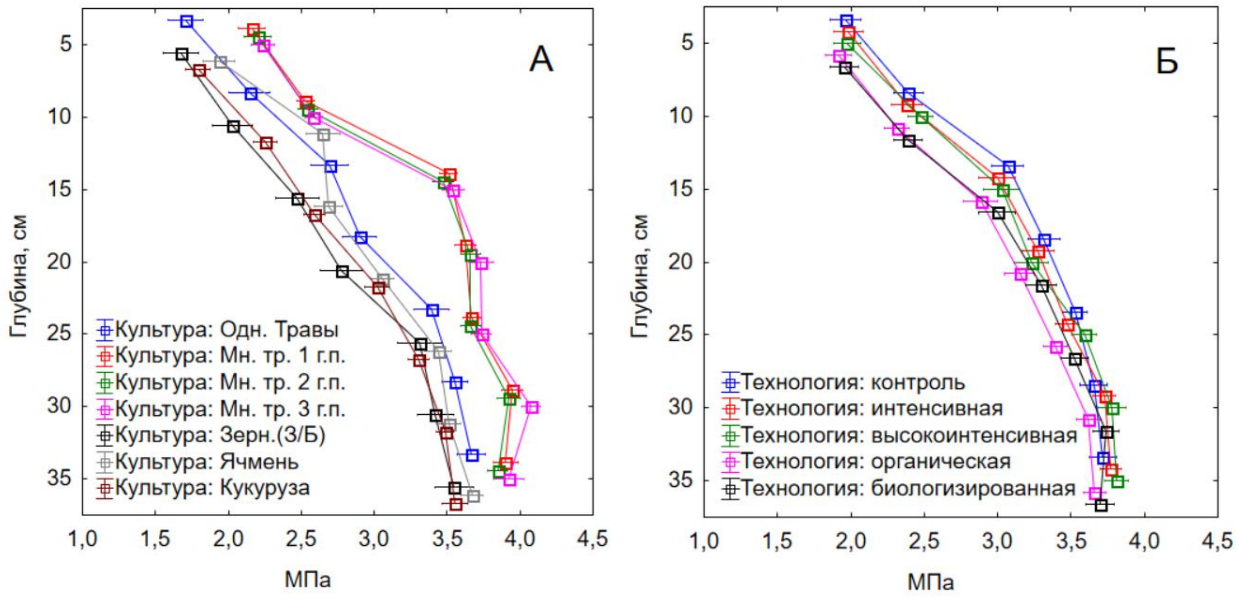


Рисунок 1 – Динамика сопротивления пенетрации почвы
(А – в зависимости от культуры в среднем по изучаемым технологиям и в среднем за 2018-2021 гг.;
Б – в зависимости от технологии в среднем по изучаемым культурам и в среднем за 2018-2021 гг.; точки и вертикальные линии погрешностей указывают на среднее арифметическое ± стандартная ошибка)

Отсутствие обработки почвы на многолетних травах 1, 2 и 3 годов пользования провоцировало увеличение сопротивления пенетрации почвы по всем изучаемым глубинам (рисунок 1). При этом наибольшие значения были получены на многолетних травах 3 года пользования 2,88-4,18 МПа в слое 10-30 см.

Технология возделывания кукурузы при более интенсивном механическом воздействии сопровождалась формированием наименьших значений твёрдости почвы в слое 0-35 см – 2,14-3,92 МПа.

Оценка культур в среднем по слою 0-35 см позволяет их ранжировать в зависимости от сопротивления пенетрации в следующем порядке от большего к меньшему: многолетние травы 3 года пользования (3,64 Мпа) > многолетние травы 2 года пользования (3,55 МПа) > многолетние травы 1 года пользования (3,51 МПа) > ячмень (3,41 МПа) > зерновые (зернобобовые) (3,33 МПа) > однолетние травы(3,32 МПа) > кукуруза (3,17 МПа).

Органическая технология в среднем по культурам севооборота способствовали некоторому снижению сопротивления пенетрации почвы на глубине 5, 10, 20, 30 и 35 см. Ранжирование технологий по значениям сопротивления пенетрации в среднем по слою 0-35 см от большего к меньшему будет следующим: интенсивная и биологизированная (3,46 МПа) > экстенсивная (контроль) (3,42 МПа) > высокоинтенсивная (3,40 МПа) > органическая (3,35 МПа).

Выращивание кукурузы на зеленую массу в среднем по изучаемым технологиям обеспечило наибольший выход кормовых единиц – 13618 (рисунок 2).

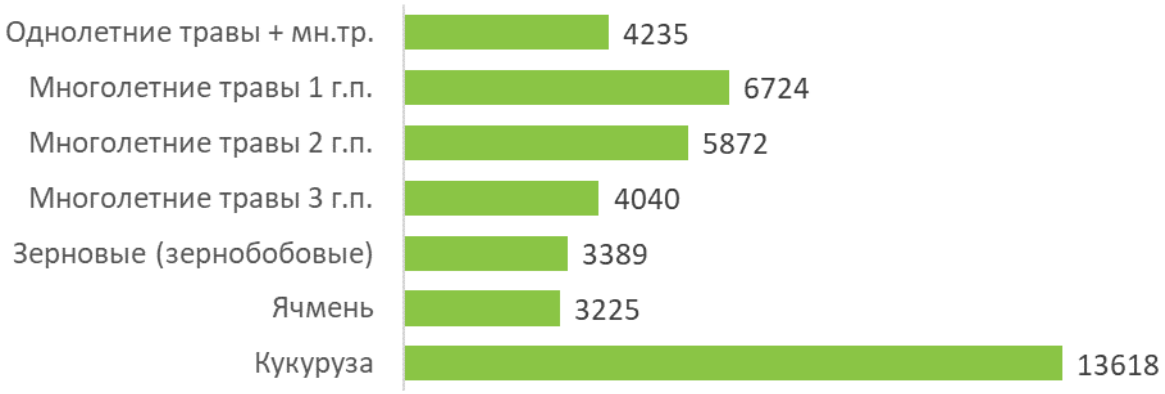


Рисунок 2 – Продуктивность культур кормового севооборота (корм. ед./га, в среднем по технологиям)

Расположение культур в поярке уменьшения выхода кормовых единиц будет выглядеть следующим образом кукуруза > многолетние травы 1 года пользования > многолетние травы 2 года пользования > однолетние травы > многолетние травы 3 года пользования > зерновые (зернобобовые) > ячмень.

Изучаемые технологии возделывания в среднем по культурам севооборота обеспечили выход комовых единиц с гектара в зависимости от уровня их интенсификации: высокоинтенсивная > интенсивная > биологизированная > органическая > контроль (экстенсивная) (рисунок 3).

Рисунок 3 – Продуктивность культур по технологиям возделывания (корм. ед./га, в среднем по культурам кормового севооборота)

Следует отметить, что несмотря на снижение общей продуктивности по биологизированной и органической технологиям они формируют корма, используемые для производства органических продуктов питания, а также продуктов с улучшенными потребительскими характеристиками, что делает их производство весьма востребованным в настоящее время.

Выводы

1. Отсутствие обработки почвы на многолетних травах 1, 2 и 3 годов пользования провоцировало увеличение сопротивления пенетрации почвы по всем изучаемым глубинам. По мере снижения значений сопротивления пенетрации почвы можно сформировать ряд культур севооборота: многолетние травы 3 года пользования (3,64 Мпа) > многолетние травы 2 года пользования (3,55 МПа) > многолетние травы 1 года пользования (3,51 МПа) > ячмень (3,41 МПа) > зерновые (зернобобовые) (3,33 МПа) > однолетние травы(3,32 МПа) > кукуруза (3,17 МПа); технологий: интенсивная и биологизированная (3,46 МПа) > экстенсивная (контроль) (3,42 МПа) > высокоинтенсивная (3,40 МПа) > органическая (3,35 МПа).

2. Изучаемые технологии возделывания в среднем по культурам севооборота обеспечили выход комовых единиц с гектара в зависимости от уровня их интенсификации (ряд в порядке уменьшения): высокоинтенсивная (7266 корм. ед./га) > интенсивная (7266 корм. ед./га) > биологизированная (6151 корм. ед./га) > органическая (5594 корм. ед./га) > контроль (экстенсивная) (4410 корм. ед./га)

Список источников

1. Оценка действия энергосберегающих технологий основной обработки почвы на содержание органического вещества и агрофизические показатели плодородия / С.В. Щукин, Е.А. Горнич, А.М. Труфанов, А.Н. Воронин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 4(56). – С. 119-126. – DOI 10.32786/2071-9485-2019-04-14. – EDN MOXKXY.

2. Colombi, T. Feedbacks between soil penetration resistance, root architecture and water uptake limit water accessibility and crop growth – a vicious circle/T. Colombi,

L.C. Torres, A. Walter, T. Keller// Sci. Total Environ. – 2018. – №626. – pp. 1026-1035. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.129.
3. Whalley, W.R. Prediction of the penetrometer resistance of soils with models with few parameters/ W.R. Whalley, J. To, B.D. Kay, A.P. Whitmore // Geoderma. – 2007. – №137. –PP. 370-377. – DOI: 10.1016/j.geoderma.2006.08.029.
4. Щукин, С. В. Влияние ресурсосберегающих обработок на засоренность ячменя в условиях экологизации земледелия Нечерноземной зоны России / С. В. Щукин, А. М. Труфанов, Е. В. Чебыкина // Органическое сельское хозяйство и агротуризм : Материалы международной научно-практической конференции в рамках международного туристического форума "Агротуризм в России", г. Улан-Удэ, 26-28 июня 2014 года / ФГБОУ ВПО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.Филиппова". – г. Улан-Удэ: ФГБОУ ВПО "Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.Филиппова", 2014. – С. 135-141. – EDN SZFTLL.
5. Efficiency of weed control in feed crops cultivation by organic technology / A.M. Trufanov, A.N. Voronin, S.V. Schukin, T.P. Sabirova, Ya.S. Romanina. – DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042056 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 42056. – EDN: HAYGWO.

Секция «ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ»

Научная статья
УДК 637.354.8.05

Определение критических точек контроля при изготовлении рыбных пресервов «Сельдь специального посола» в ООО «ДОН-ЭСТ ПЛЮС»

канд. вет. наук, доцент С.С. Бордюгова;
канд. вет. наук, доцент Е.В. Белянская;
канд. вет. наук, доцент О.В. Коновалова;
канд. вет. наук, доцент О.А. Пащенко;
канд. вет. наук, доцент А.А. Зайцева
(ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, ЛНР, Россия)

Аннотация. По итогам проведенного исследования производства пресервов рыбных «Сельдь специального посола» разработан план НАССР контроля качества пресервов для пресервного цеха ООО «Дон-ЭСТ плюс», который признан эффективно работающим над обнаружением и анализом опасностей, определением критических точек контроля, критических пределов

для каждой из них и корректирующих действий для разрешения ситуаций при нарушении установленных пределов.

Ключевые слова: план НАССР, пресервы, критические точки контроля, технологический процесс

Determination of critical control points in the manufacture of fish preserves "Specially salted herring" in LLC "DON-EST PLUS"

Candidate of Veterinary Sciences, Docent S.S. Bordyugova;
Candidate of Veterinary Sciences, Docent E.V. Belyanskaya;
Candidate of Veterinary Sciences, Docent O.V. Konovalova;
Candidate of Veterinary Sciences, Docent O.A. Pashchenko;
Candidate of Veterinary Sciences, Docent A.A. Zaitseva
(GOU VO LPR LGAU, Lugansk, LPR, Russia)

Abstract. Based on the results of the study in the production of fish preserves "Herring industrial salting" in the preserve shop of LLC "Don-EST plus", a developed HACCP plan for quality control of preserves, which is a recognized actor with the identification and analysis of control hazards, determination of coverage points, exceeding the limits for each of them and corrective actions to address situations in violation of the establishment of limits.

Keywords: HACCP plan, preserves, control point share, technological process

В настоящее время перед предприятиями пищевой отрасли стоит острая задача пересмотра системы сертификации и стандартизации, формировании нового подхода в соответствии с которым регламентирующая документация носит обязательный, а стандарты – рекомендательный характер. Анализ рисков, как мера предупреждения изготовления небезопасных пищевых продуктов, предусмотрена также и в Соглашении по применению санитарных и фитосанитарных мер (СФС) ВТО. В целях обеспечения безопасности продуктов питания. Соглашение по СФС использует в качестве международного эталона – стандарты, руководства и рекомендации, разработанные комиссией Кодекса Алиментариус, касающиеся пищевых добавок, методов анализа и отбора проб, ветеринарных препаратов и остаточных пестицидов, загрязняющих веществ, Кодексов и процедур гигиенического контроля [1; 2; 3; 4; 5; 6].

Для успешной работы в условиях жесткой конкуренции с иностранными и отечественными производителями предприятиям необходимо выпускать не только безопасную, но и качественную продукцию, отвечающую всем запросам потребителей.

Обеспечить выпуск качественной и безопасной продукции на пищевых предприятиях, в частности рыбопререрабатывающих, может внедрение системы менеджмента на основе стандартов ИСО серии 9000 и принципов системы НАССР.

Внедрение принципов НАССР в отечественную пищевую промышленность должно стать эффективным инструментом обеспечения безопасности пищевых продуктов и, как следствие, создания благоприятных условий для их реализации на рынках других стран [6; 7].

Цель работы – установление критических точек контроля при производстве рыбных пресервов «Сельдь пряного посола» в пресервном цехе ООО «Дон-ЭСТ Плюс» г. Луганска.

Материалы и методы

Работа выполнялась на базе пресервного цеха ООО «Дон-ЭСТ плюс», микробиологические, физико-химические исследования проводили в лаборатории кафедры качества и безопасности продукции АПК, а также в Научно-учебном центре факультета ветеринарной медицины ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный аграрный университет». Материалом для исследования были Нормативно-правовое и методологическое обеспечение ветеринарно-санитарного контроля пищевой продукции на примере пресервного цеха ООО «Дон-ЭСТ плюс».

Результаты исследований

В результате проведенных исследований составлена исходная информацию о продукции, сырье; изучен технологический процесс производства пресервов; в результате проведения анализа опасных факторов, нами был установлен и описан перечень потенциально опасных факторов биологического, химического и физического происхождения, характерных для производства пресервов, а также выявлены процедуры их контроля.

На основе выявленных недопустимых рисков в пресервном цехе ООО «Дон-ЭСТ плюс» были определены опасные факторы и установлены предупредительные меры при производстве пресервов.

Проведя анализ всех опасных факторов при производстве пресервов рыбных «Сельдь специального посола» было выявлено 6 ККТ:

1Б – первая ККТ с биологическим опасным фактором – на этапе разделки / мойки / стекания сырья;

2Ф – вторая ККТ с физическим опасным фактором – на этапе разделки / мойки / стекания сырья;

3Б – третья ККТ с биологически опасным фактором – на этапе посолки пресервов;

4Б – четвертая ККТ с биологически опасным фактором – на этапе приготовления заливок и соусов;

5Б – пятая ККТ с биологическим опасным фактором – на этапе фасовки / маркировки / упаковки;

6Б – шестая ККТ с биологическим опасным фактором – на этапе хранения готовой продукции.

В дальнейшем образцы пресервов рыбных «Сельдь специального посола» подвергли санитарно-бактериологическому исследованию опасных биологических факторов в процессе производства в установленных ККТ.

Вся полученная информация по критическим контрольным точкам, а также мониторингу, корректирующим действиям и документированию была сведена в специальную форму HACCP плана.

Нами было установлено, что для ККТ 1 (биологический риск) и ККТ 2 (физический риск) на этапе разделки / мойки / стекания сырья установлен мониторинг каждой партии на соблюдение личной гигиены персонала и санитарного состояния оборудования, а также контроль температурных режимов (не реже 1 раза в час). Критические пределы установлены в соответствии с НТД, при несоблюдении может быть необходимость забраковать несоответствующую продукцию, в дальнейшем следует выявить причины отклонения и устранить их, а также провести дополнительное обучения персонала

Для ККТ 3 на этапе посола рыбы проводят мониторинг каждой партии с целью контроля соблюдения правил личной гигиены и санитарного состояния оборудования, а также температурно-влажностного режима в помещении, контроль концентрации соли. При несоблюдении может наблюдаться рост микроорганизмов.

Для ККТ 4 на этапе приготовления заливок и соусов установлена необходимость мониторинга каждой смены или по мере необходимости контроля соблюдения личной гигиены и санитарного состояния оборудования, температурных режимов, а также соблюдение рецептуры. Критические пределы – не допускается (если не указано в рецептуре). В случае нарушения рецептуры сменный технолог сообщает главному технологу, при обнаружении исключают использование сырья в производстве.

Для ККТ 5 на фасовки / маркировки / упаковки проводят мониторинг каждой партии с целью контроля температуры и времени обработки, а также контроля готового сырья. Критические пределы согласно НТД с соблюдением рецептуры и времени упаковки. При нарушении режимов оповещается сменный и главный технолог и составляется акт о несоответствии.

Для ККТ 6 на этапе хранения готовой продукции установлен риск роста микроорганизмов из-за несоответствующей температуры и относительной влажности воздуха в камере хранения, а также после окончания срока хранения продукта. Мониторингу подвергают каждую партию. Критические пределы температуры хранения не выше 6 ^{0}С. При неисправной работе холодильного оборудования оповещается дежурный электромеханик и обеспечиваются необходимые условия хранения продукции.

При санитарно-бактериологическом исследовании ККТ на этапах технологического процесса производственного цикла микроорганизмы выявлялись до стадии посола. После воздействия поваренной соли в концентрациях, согласно НТД и хранения готового продукта в условиях холодильника микроскопически микрофлора не обнаруживалась, но при культуральном исследовании на элективно-селективных средах получали незначительный рост гнилостных сапрофитных аммонификаторов, которые не представляют биологической опасности, но способны вызывать быстротечный процесс порчи продукта при нарушении условий его хранения.

Выводы

1. Среди опасных для потребителя факторов в пресервах в качественном и количественном отношении доминируют биологические факторы опасности.

2. При внедрении плана НАССР на предприятии ООО «Дон-ЭСТ плюс» при производстве пресервов рыбных «Сельдь специального посола» были идентифицированы риски и установлено 6 КТК.

Список источников

1. Рекомендации комиссии «Кодекс Алиментариус» CAC / RCP 1 – 1969 (REV/4-2003г.)
2. Аршакуни В.Л., Устинов В.В. Опыт разработки и внедрения систем качества, основанных на принципах НАССР // Сертификация 2001 г. – №2. – 5-7 с.
3. Товароведение и экспертиза потребительских товаров / В.В. Шевченко, И.А. Ермилова, А.А. Вытовтов-М.: Инфра-М, 2008 – 544 с.
4. Аршакуни В.Л. О6 эффективности внедрения системы НАССР// Партнеры и конкуренты. – 2004. – №8. – 11-13 с.
5. Версан В.Г., Аршакуни В.Л. Система НАССР внедряется в России // «Партнеры и конкуренты». – 2001. – № 4. – 14-15 с.
6. ГОСТ Р 517005.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР. Общие требования».
7. Дунченко Н.И., Магомедов М.Д., Рыбин А.В. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности: Учебное пособие. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко». – 2008. – 212 с.

Научная статья
УДК 638.14

Породный состав медоносных пчёл в разных районах Ярославской области и репродукция среднерусских пчёл на экспериментальной пасеке

канд. с.-х. наук Е.А. Горнич[1]; канд. биол. наук И.С. Ткачева[2];
доктор биол. наук, доцент М.К. Чугреев[1];обучающаяся А.В. Дурягина[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]ООО Ярославский научно-исследовательский центр прикладных проблем «Парадокс», Ярославль, Россия)

Аннотация. В ходе эволюции под влиянием различных условий среды сформировалось богатое разнообразие географических форм медоносных пчёл. В пчеловодстве их принято называть породами. Все без исключения они представляют ценный генофонд для производства, для селекции и для науки. В данной статье представлены результаты изучения пчёл на пасеках в Некрасовском районе, в Даниловском районе и в Любимском районе.

Ключевые слова: медоносная пчела, тёмная европейская пчела, длина хоботка, кубитальный индекс, дискоидальное смещение, метизированные пчёлы

The breed composition of honey bees in different districts of the Yaroslavl Region and reproduction of Central Russian bees in an experimental apiary

Candidate of Agricultural Sciences E.A. Gornich[1];
Candidate of Biological Sciences I.S. Tkacheva[2];
Doctor of Biological Sciences, Docent M.K. Chugreev[1];
Student A.V. Duryagina[1]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]Yaroslavl Scientific Research Center of Applied Problems "Paradox" LLC, Yaroslavl, Russia)

Abstract. In the course of evolution, under the influence of various environmental conditions, a rich variety of geographical forms of honey bees was formed. In beekeeping, they are commonly called breeds. All of them, without exception, represent a valuable gene pool for production, for breeding and for science. This article presents the results of the study of bees in apiaries in the Nekrasovsky district, in the Danilovsky district and in the Lyubimsky district.

Keywords: honey bee, dark European bee, proboscis length, cubital index, discoidal displacement, hardware bees

На сегодняшний день некоторые местные формы медоносных пчёл исчезли или находятся на грани исчезновения, а многие метизированы. Сложные межпородные помеси чаще не представляют особой хозяйственной ценности. Они менее устойчивы к некоторым заболеваниям [1]. Племенную работу с таким метизированным материалом вести неэффективно.

Нам представляется, что существенное уменьшение численности пчелиных семей в масштабах России и снижение их продуктивности, зимостойкости и других ценных качеств – во многом результат этой массовой бессистемной неконтролируемой метизации.

Мы продолжаем работу по изучению породного состава медоносных пчёл в РФ и исследования в направлении разработки методов восстановления, сохранения и воспроизводства среднерусских пчёл в их первичном ареале.

Цель настоящего этапа исследований – анализ породного состава медоносных пчёл некоторых пасек Ярославской области и оценка племенного материала среднерусских пчёл на экспериментальной пасеке в Любимском районе.

Задачи:

1. Взять пробы рабочих особей медоносных пчёл на двух пасеках Некрасовского и Даниловского районов, изучить морфологические признаки, их изменчивость, дать оценку касаемо чистопородности.

2. Взять пробы рабочих особей медоносных пчёл на экспериментальной пасеке в Любимском районе Ярославской области изучить морфологические признаки, их изменчивость, дать оценку касаемо чистопородности; отобрать племенной материал для дальнейшей селекции.

Методика

Настоящие исследования проводились в 2022 г. на кафедре Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Ярославской государственной сельскохозяйственной академии, на пасеках Ярославской области в Некрасовском, Даниловском и Любимском районах.

Для определения породной принадлежности пчёл отбиралось по 30 рабочих особей не менее, чем от 10% семей с каждой пасеки [2].

Пробы исследовали согласно «Методическим указаниям по контролю чистопородности медоносных пчёл, определению пыльцевой продуктивности и содержания воска в прополисе», утвержденным секцией пчеловодства Отделения животноводства ВАСХНИЛ в 1985 г. [3].

Изучались следующие экстерьерные признаки рабочих пчёл: длина хоботка, форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита, кубитальный индекс, дискоидальное смещение. Перечисленные признаки наиболее показательны [4; 5].

Указанные экстерьерные признаки рабочих особей изучались на временных глицериновых препаратах с помощью бинокулярного микроскопа МБС-9 с использованием окуляр-микрометра по методикам Г.К. Гётце (1930) [6].

Изучались биологические признаки: характер печатки мёда, окраска тела, фототаксис, поведение во время осмотра гнезда.

Производилась статистическая обработка полученных данных по Плохинскому [7].

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты

На данном этапе исследований были изучены пчёлы на пасеке Нагорнова И.В. в Некрасовском районе на левом берегу р. Волги (таблица 1), на пасеке Горюнова В.А. (таблица 2) в Даниловском районе и на пасеке ООО «ЯРПЛЕМХОЗ Среднерусская пчела» в Любимском районе (таблица 3).

Из данных таблицы 1 видно, что пчёлы Некрасовского района на обследованной пасеке по длине хоботка соответствовали карпатской породе, величина этого показателя у них во всех исследованных семьях составляла 6,41…6,72 мм.

Таблица 1 – Экстерьерные признаки пчёл Некрасовского района

№ п/п	Длина хоботка, мм			Кубитальный индекс			Форма задней границы воскового зеркальца 5-го стернита, %			Дискоидальн. смещение, %		
	lim	M±m	Cv, %	lim	M±m	Cv, %	прям	выгн	н/о	+	0	-
1	6,37-6,93	6,55±0,004	3,49	1,76-2,26	2,13±0,044	14,87	23	77	-	69	8	23
2	6,25-7,16	6,48±0,005	2,81	2,32-2,79	2,47±0,025	12,46	11	89	-	53	11	36
3	6,34-7,08	6,67±0,003	2,67	2,41-3,30	2,38±0,041	17,15	20	78	2	67	15	18
4	6,32-7,28	6,70±0,005	1,98	2,35-2,83	2,49±0,029	13,31	28	72	-	61	10	28
5	6,51-7,16	6,72±0,006	3,04	2,32-3,16	2,33±0,036	18,22	7	93	-	77	14	9
6	6,23-7,15	6,41±0,005	2,42	1,99-2,35	2,21±0,048	12,19	18	81	1	75	16	9
7	6,40-6,91	6,66±0,003	3,47	1,74-2,29	2,11±0,043	15,14	26	74	-	82	13	5

Примечание: «**прям**» – прямая, «**выгн**» – выгнутая, «**н/о**» – неопределенная форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита; «+» – положительное, «0» – нейтральное (смещение отсутствует), «-» – отрицательное дискоидальное смещение.

Значение кубитального индекса в трёх семьях соответствовало серым горным кавказским пчёлам (2,11…2,21), а в четырёх семьях – карпатским (2,33…2,49).

По признаку дискоидального смещения пчёлы одной семьи соответствовали карпатским (оно было положительное в 82% случаев), ещё трёх семей – приближались к ним – значение этого показателя по семьям было положительное от 69% до 77% случаев. В трёх других семьях значения этого показателя распределились таким образом, что по нему невозможно отнести исследованных пчёл ни к какой породе.

Форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита была прямая по семьям – от 7% до 28% случаев, выгнутая – от 72% до 93% случаев, неопределенная – в двух семьях – в 1% и в 2% случаев. По этому признаку пчёлы изученных семей также не соответствовали никакой породе, но всё-таки его значение отклонялось в сторону карпатской породы.

Из данных таблицы 2 видно, что на пасеке в Даниловском районе среднее значение длины хоботка рабочих пчёл в семи семьях из обследованных соответствовало среднерусской породе и составляло по семьям от 5,92 мм до 6,27 мм., в других пяти семьях соответствовало карпатской породе и составляло по семьям от 6,36 мм до 6,68 мм.

Таблица 2 – Экстерьерные признаки пчёл Даниловского района

№ п/п	Длина хоботка, мм			Кубитальный индекс			Форма задней границы воскового зеркальца 5-го стернита, %			Дискоидальное смещение, %		
	lim	M±m	Cv,%	lim	M±m	Cv,%	Пр.	Выг.	н/о	+	0	-
1	5,4-6,9	6,36±0,023	3,34	1,6-2,7	2,45±0,035	12,83	41	57	2	76	11	13
2	5,4-6,7	6,16±0,025	2,36	1,4-2,6	2,16±0,039	15,71	68	32	0	14	34	52
3	5,5-6,8	6,41±0,027	3,19	1,5-2,8	2,29±0,037	17,23	44	53	3	53	28	19
4	5,7-6,9	6,22±0,031	2,28	1,4-2,7	1,93±0,035	13,51	61	39	0	34	22	44
5	5,5-7,2	6,59±0,028	3,47	1,5-2,8	2,40±0,041	15,44	77	23	1	68	15	17
6	5,6-6,9	5,92±0,031	2,18	1,4-2,9	1,97±0,046	14,37	84	16	0	10	16	74
7	5,4-7,1	5,94±0,024	2,24	1,5-2,6	1,91±0,042	13,46	78	22	2	18	14	68
8	5,3-6,8	6,09±0,021	2,93	1,4-2,8	1,88±0,045	16,30	69	29	0	17	12	71
9	5,3-6,9	6,07±0,025	3,25	1,5-2,7	1,71±0,043	13,72	78	22	3	14	26	60
10	5,7-6,8	6,68±0,027	3,36	1,4-2,9	2,36±0,034	14,73	36	64	0	61	25	24
11	5,4-6,7	6,39±0,019	2,20	1,5-2,7	2,03±0,045	15,48	77	23	1	56	21	23
12	5,3-6,6	6,27±0,026	2,35	1,5-2,6	2,07±0,036	12,51	55	42	0	33	32	35

Примечание: «**прям**» – прямая, «**выгн**» – выгнутая, «**н/о**» – неопределенная форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита; «+» – положительное, «0» – нейтральное (смещение отсутствует), «-» – отрицательное дискоидальное смещение.

Значение кубитального индекса пчёл в четырёх семьях соответствовало карпатской породе и составляло по семьям от 2,29 до 2,45; в других шести семьях соответствовало серой горной кавказской породе и находилось в пределах от 1,91 до 2,16; ещё в двух семьях соответствовало среднерусской породе и находилось в пределах от 1,71 до 1,88.

По признаку дискоидального смещения пчёл исследованных семей невозможно отнести ни к какой породе. Этот показатель имел самые разнообразные комбинации. Положительное дискоидальное смещение

наблюдалось по семьям – от 14% до 76% случаев, нейтральное – от 11% до 34% случаев, отрицательное – от 13% до 71% случаев.

По форме задней границы воскового зеркальца пятого стернита пчёлы пяти обследованных семей этой пасеки приближались к среднерусским – прямая форма отмечалась по семьям от 77% до 84% случаев. У пчёл из других семи обследованных семей значения этого показателя имели самые разнообразные комбинации, не относящиеся ни к какой породе.

Пасека Грязева С.А. в Любимском районе в рамках настоящей работы используется в качестве экспериментальной. На этой пасеке в ходе предыдущих этапов наших исследований были заменены в течение четырёх последовательных поколений все пчелиные матки на чистопородных среднерусских. Разведение проходило по разработанной схеме с ослабленным влиянием инбридинга. Далее планируется селекционная работа, в частности разведение по линиям. Линии в пчеловодстве ведутся по маткам. Предварительно пчёл этой пасеки необходимо оценить на чистопородность, чтобы отобрать племенной материал. На данном этапе исследований мы изучили некоторые основные экстерьерные признаки рабочих пчёл (таблица 3).

Таблица 3 – Экстерьерные признаки пчёл ООО «ЯРПЛЕМХОЗ Среднерусская пчела» Любимского района

№ п/п	Длина хоботка, мм			Кубитальный индекс			Форма задней границы воскового зеркальца 5-го стернита, %			Дискоидальное смещение, %		
	lim	M±m	Cv,%	lim	M±m	Cv,%	Пр.	Выг	н/о	+	0	-
1	5,4-6,7	6,36±0,023	3,34	1,6-2,4	1,84±0,035	12,72	99	0	1	0	0	100
2	5,5-6,6	6,16±0,025	2,36	1,4-2,3	1,76±0,036	15,91	100	0	0	0	2	98
3	5,8-6,5	6,32±0,031	2,86	1,5-2,1	1,63±0,041	12,76	100	0	0	0	0	100
***4**	**5,7-6,9**	**6,52±0,031**	**3,28**	**1,6-2,9**	**1,91±0,032**	**13,83**	**83**	**17**	**0**	**14**	**10**	**76**
5	5,4-6,7	6,41±0,028	2,77	1,5-2,0	1,66±0,041	15,25	100	0	0	0	0	100
6	5,4-6,6	5,93±0,030	3,18	1,4-1,7	1,62±0,045	12,73	100	0	0	0	0	100
***7**	**5,9-7,1**	**6,54±0,024**	**2,84**	**1,5-2,6**	**1,93±0,042**	**13,74**	**67**	**31**	**2**	**18**	**14**	**68**
8	5,6-6,6	6,18±0,025	3,13	1,4-1,7	1,68±0,046	11,98	99	0	1	0	0	100
9	5,4-6,5	6,07±0,025	3,25	1,5-2,7	1,75±0,043	13,87	100	0	0	0	0	100
10	5,5-6,7	6,38±0,027	2,56	1,4-2,9	1,83±0,034	14,93	100	0	0	0	0	100
***11**	**5,9-7,2**	**6,59±0,019**	**2,90**	**1,6-2,7**	**2,03±0,045**	**15,49**	**86**	**11**	**3**	**16**	**21**	**63**
12	5,3-6,6	6,27±0,026	2,65	1,5-2,6	1,77±0,036	12,53	100	0	0	0	2	98
13	5,7-6,5	6,07±0,029	3,19	1,5-1,7	1,69±0,052	11,94	100	0	0	0	2	98
14	5,9-6,6	6,13±0,030	2,98	1,4-1,7	1,82±0,045	12,33	100	0	0	0	0	100
15	5,8-6,6	5,94±0,023	3,23	1,5-1,8	1,60±0,049	12,14	97	0	1	0	1	99
16	5,5-6,7	5,92±0,027	2,25	1,5-2,7	1,71±0,043	15,32	100	0	0	0	0	100
17	5,6-6,4	6,18±0,025	2,13	1,4-1,7	1,64±0,043	11,27	100	0	0	0	1	99
18	5,4-6,5	6,07±0,025	1,99	1,5-2,7	1,81±0,035	13,72	96	0	4	0	0	100
19	5,7-6,6	6,38±0,027	2,36	1,4-2,9	1,79±0,034	14,76	100	0	0	0	3	97
20	5,4-6,7	6,29±0,019	3,21	1,5-2,7	1,83±0,042	15,47	100	0	0	0	0	100
21	5,5-6,4	6,07±0,025	2,75	1,5-2,7	1,75±0,051	13,71	98	0	2	0	0	100

Примечание: «**прям**» – прямая, «**выгн**» – выгнутая, «**н/о**» – неопределенная форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита; «+» – положительное, «0» – нейтральное (смещение отсутствует), «-» – отрицательное дискоидальное смещение.

На этой пасеке было обследовано 21 пчелосемья, что составляет 10% от общей численности. Данные таблицы 3 говорят том, что 18 из них (85,7%) по изученным показателям абсолютно отвечали стандарту среднерусской породы.

Значение длины хоботка у них варьировало от 5,9 мм до 6,4 мм, коэффициент вариации находился в пределах от 2,0% до 3,3%. Значение кубитального индекса варьировало в пределах от 1,6 до 1,8, коэффициент вариации находился в пределах от 11,3% до 15,9%. Дискоидальное смещение было отрицательным по семьям от 97% до 100% случаев. Форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита была прямая по семьям от 96% до 100% случаев.

Пчёлы других трёх семей (14,3%) не полностью отвечали стандарту среднерусской породы по изученным признакам, но вплотную к нему приближались. Значение длины хоботка у них находилось в пределах от 6,5 мм до 6,6 мм, значение коэффициента вариации – в пределах от 2,84% до 3,28%. Значение кубитального индекса находилось в пределах от 1,91 до 2,03, коэффициент вариации – в пределах от 13,74% до 15,49%. Дискоидальное смещение было отрицательным (характерным для среднерусских пчёл) по семьям в 63%, в 68% и в 76% случаев. Форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита была прямая (характерная для среднерусских пчёл) по семьям в 67%, 83% и 86% случаев.

Выводы

Таким образом, в заключение можно отметить, что пчёлы обследованных пчелосемей на пасеке Некрасовского района по длине хоботка соответствовали карпатской породе, по значению кубитального индекса примерно половина из них соответствовала серым горным кавказским, а другая половина карпатским. Признак дискоидального смещения примерно у половины пчелосемей склонялся в сторону карпатской породы, у другой половины – значения этого показателя распределились таким образом, что их невозможно было отнести ни к какой породе. Форма задней границы воскового зеркальца пятого стернита в подавляющем большинстве случаев приближалась к среднерусской или серой горной кавказской породе, т.е. была прямая.

На пасеке Даниловского района длина хоботка пчёл в 58% семей из обследованных соответствовала среднерусской породе, 42% семей – карпатской породе. Значение кубитального индекса пчёл в 33% семей соответствовало карпатской породе, в 50% семей – серой горной кавказской породе и в 17% семей – среднерусской породе. По признаку дискоидального смещения пчёл исследованных семей невозможно отнести ни к какой породе. Этот показатель имел самые разнообразные комбинации. По форме задней границы воскового зеркальца пятого стернита пчёлы 42% семей этой пасеки приближались к среднерусским, пчёлы 58% семей имели самые разнообразные комбинации значений этого показателя, не относящиеся ни к какой породе. Пчёлы на пасеке Любимского района в 86% семей по всем изученным показателям отвечали стандарту среднерусской породы. Пчёлы в 14,3% семей не полностью отвечали стандарту среднерусской породы по изученным признакам, но вплотную к нему приближались. Это говорит о том, что предложенная нами и внедрённая ранее на этой пасеке схема разведения пчёл с ослабленным влиянием инбридинга и в последующих поколениях

обеспечивает стабилизацию экстерьерных породных признаков, т.е. достаточно высокую степень чистопородности. Причём, эта схема весьма успешно работает в том числе и в условиях обитания на окружающей территории метизированных пчёл.

Список источников

1. П.В. Васильев, О.Г. Яковлев, З.И. Михельсон // Товарное пчеловодство в Удмуртии. - 2-е изд. перераб. и доп. – Ижевск: «Удмуртия», 1978. – 116 с.
2. Жумагалиев, А.Д., Нургалиев Ж., Баранова С.В., Инструкция по бонитировке пчелиных семей. – Усть-Каменогорск, 2011. – 55 с.
3. Давыденко, И.К. Полищук, В.П., Черкасова, А.И. Методические указания по контролю чистопородности медоносных пчёл, определению пыльцевой продуктивности и содержания воска в прополисе – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – с. 291.
4. Алпатов, В.В. Породы медоносной пчелы и их использование в сельском хозяйстве / В.В. Алпатов – М.: МОИСП, 1948. – 184 с.
5. Петров, А.И. Наследование экстерьерных признаков при скрещивании пчёл карпатской и серой горной кавказской пород: Дисс. канд. с.-х. наук / А.И. Петров. - М., 1985. – 145 с.
6. Goetze G. Variabitas und Zuchtungsstudien und der Honigiene mit besonderer Beruchsichigung der langusseling. 1930.
7. Плохинский, Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. - М.: «Колос», 1969. – 256 с.

Научная статья
УДК 339.13.01

Smart-диагностика конкурентоспособности предприятий мясо-молочной промышленности

канд. экон. наук Г.В. Гусаков; канд. экон. наук В.М. Жудро
(РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. В статье изложено доминирование в традиционной научной и деловой литературе двойственной методологии оценки эффективности менеджмента, маркетинга продаж продовольственных товаров с целью оптимизации цен и расходов не только бизнеса, но и потребителей, базирующейся на концептуальной ресурсной парадигме эффективного его ведения. Авторами разработана и предложена smart-диагностика конкурентоспособности предприятий мясо-молочной промышленности на основе сформулированной парадигмы «конкурентная стратегия предприятия», базирующаяся на преактивном менеджменте и маркетинге или предвидении создания будущей ее конструкции с учетом чувствительности реакции их стейкхолдеров и клиентов на структурно-динамические изменения внешней среды.

Ключевые слова: коммуникации, конкурентоспособность, маркетинг, менеджмент, методика, стратегия, эффективность, smart-диагностика

Smart-diagnostics of competitiveness of enterprises meat and dairy industry

Candidate of Economy Sciences G.V. Gusakov;
Candidate of Economy Sciences V.M. Zhudro
(RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The article describes the dominance in the traditional scientific and business literature of the dual methodology for assessing the effectiveness of management, marketing of food sales in order to optimize prices and costs not only for businesses, but also for consumers, based on the conceptual resource paradigm of its effective management. The authors have developed and proposed smart-diagnostics of the competitiveness of enterprises in the meat and dairy industry based on the formulated paradigm «competitive strategy of the enterprise», based on preactive management and marketing or anticipating the creation of its future design, taking into account the sensitivity of the reaction of their stakeholders and customers to structural and dynamic changes in the external environment.

Keywords: communications, competitiveness, marketing, management, methodology, strategy, efficiency, smart diagnostics

Традиционная методология диагностики эффективности и конкурентоспособности функционирования предприятий мясо-молочной промышленности на продовольственные товары идентифицируется и транслируется как автономный преимущественно статичный субъект бизнеса с очень высокой локализацией всех необходимых ресурсов, технологий индустрии, сервиса и в значительной степени с постоянной лояльной целевой аудиторией их потребления в условиях определенного рыночного равновесного взаимодействия спроса и предложения и в целом экосреды. Конкурентоспособность предприятий мясо-молочной промышленности на продовольственные товары определяется его способностью соперничать, вступать в рыночную борьбу с аналогичными предприятиями и с другими видами бизнеса с учетом сезонности, логистики, маркетинга. При этом достижение конкурентоспособности во многом определяется существенным влиянием на нее стабильным, прозрачным и благоприятным национальным и международным законодательством в сфере бизнеса.

Материалы и методы

Объектами исследований являлись предприятия мясо-молочной промышленности. При проведении исследований были применены методы системного и сравнительного анализа.

Результаты исследований

В соответствии с законом Республики Беларусь от 8 января 2018 г. № 98-З «О противодействии монополистической деятельности и развитии конкуренции» применительно к рынку предприятий мясной и молочной промышленности продуктов питания конкуренция предполагает соперничество предприятий/партнеров, осуществляющих определенные поставки, закупки, услуги им посредством своих эффективных самостоятельных действий, не ограничивающих возможности каждого из их общее влияние на условия их предоставления на данном рынке и стимулирование их предложения потребителю [1]. Показатели, характеризующие оценку конкурентоспособности, классифицируются на регламентируемые, устанавливаемые государством в законодательном порядке в виде различных нормативов, лимитов, квот, разрешений, ограничений и т.д. и самоопределяющие при ее аналитике в качестве критериев сравнения.

Выполненная экспертная оценка традиционной методологии предприятий мясо-молочной промышленности на продовольственные товары свидетельствует, что в современной практике отсутствует общепринятый инструментарий ее разработки и реализации. Так, при оценке конкурентоспособности преимущественно используются следующие теории: а) эффективной конкуренции использования ресурсов, сформулированной М. Портером: «Единственное на чем может основываться конкурентоспособность... – это продуктивность использования ресурсов на всех этапах: поставок, логистики, производственной, инвестиционной, финансовой, сбытовой деятельности и продвижении товара» [2]; б) конкурентной силы (власти) и в) маркетингового положения организации на рынке. Сильные и слабые стороны существуют в теории оценки конкурентоспособности предприятий, но стандартную оценку управления конкурентоспособностью предприятия за длительный период они не позволяют провести, в котором могут быть достигнуты стратегические, а не тактические цели и разница между потребительской ценностью продукта, услуги для покупателя и ценой.

Аргументом этому выступают экспертизы:

- методики оценки конкурентоспособности использования ресурсов на основе теории эффективной конкуренции, которая предполагает выделение в значительной автономных, статичных, исторических ключевых факторов успеха данной компании и конкурентных ее преимуществ или недостатков, используя около 6-10 показателей и их шкал от 1 до 10 или комплексные показатели конкурентоспособности организации по отношению к конкурентам, путем опроса экспертов (руководителей, сотрудников предприятия), исходя из исследования процессов, ее обеспечивающих: 1) основных (производство и продажа); 2) обеспечивающих (поставки, логистика, финансирование, подбор кадров, энергообеспечение и др.) и поддерживающих (ремонт, обслуживание, совершенствование прочих процессов и др.) и 3) управленческих;

- методики оценки уровня конкурентоспособности организации на основе использования теории конкурентной ее силы на рынке посредством учета: ее имиджа на рынке; удельных весов товаров организации на определенном рынке; финансового состояния; эффективности маркетинговой деятельности; рентабельности продаж; эффективности менеджмента и т. д., которая интерпретируется преимущественно с помощью геометрической фигуры – многоугольника конкурентоспособности. Достоинства этой методики: ориентация подразделений и служб на достижение конкурентной ее власти на рынке. Ограничения методики: она не учитывает динамико-структурные изменения в реальной бизнес-среде агрегативного, сетевого взаимодействия предприятий с конкурентами;
- методики оценки конкурентоспособности на основе диагностики маркетингового положения организации на рынке, посредством анализа конкурентоспособности организации по отдельным элементам традиционного комплекса маркетинга и продвижение продукта (маркетинговые коммуникации).

Следует отметить, что достоинство вышеперечисленных методик считается использование большего количества критериев. Минусами данных методик является отсутствие учета актуального комплекса маркетинга 4С и авторского smart-маркетинга, инструментов их реализации, а также агрегативного, синергетического эффекта сетевого взаимодействия компании с конкурентами [3-5].

На основе изложенных выше теорий традиционной методологии диагностики конкурентоспособности предприятия в рамках исследований белорусских и зарубежных ученых-экономистов выделяются несколько традиционных базовых стратегий повышения конкурентоспособности:

1. стратегия лидерства минимизации операционных издержек. Конкурентное преимущество альтернативных сравнительно более низких операционных издержек по отношению к конкурентам, генерирующее возможность маржинального дельтирования индустрии товаров. Ограничение данной стратегии проявляется в ориентации на масс-маркетингового покупателя в краткосрочной перспективе и низкой адаптации к требованиям цифровизации, развития агрегированного сетевого бизнеса, неопределенности экосреды, трансформации юрисдикции, турбулентности бизнес взаимодействий и т.д.;

2. стратегия персонализации, ориентированной на поставки товаров уникальным покупателям или их кластерам. Она предполагает формирования уникальной технологии их производства, строгой и точной сегментации и дифференциации спроса на рынке, его динамики как транслируется ее традиционное понимание. В то же время данная стратегия весьма уязвима в условиях роста потенциальных высоких технологий в бизнесе, которые сопровождаются структурно-динамическими изменениями предпочтений потребителей-покупателей на агрегированном, сетевом и дифференцированном рынке;

3. стратегия сосредоточения на рыночной нише покупательских предпочтений, фокусирования определенного сегмента рынка и маркетинговый кластер покупателей, который ориентирован на их стабильную лояльность;

4. стратегия оптимальной стоимости товара, услуги посредством проблематичной маржинализации и капитализации сочетания низких издержек и высокого их потребительского качества, которая не учитывает реальную динамичную конструкцию индустрии и поставок адекватной функционально-эмоциональной ценности их для покупателя;

5. стратегия роста: а) доминирующего роста масштабов поставок товаров на определенный сегмент рынка посредством их новеллизации; б) интегрированного роста вертикальной институционализации бизнеса (приобретение активов рыночно-иерархичных компаний, усиление рыночного влияния на поставщиков, создание дочерних организаций и т.д.); в) горизонтальной институционализации бизнеса (приобретение активов технологически взаимосвязанных компаний, усиление технологического влияния на партнеров, создание дочерних организаций и т.д.). Данная стратегия отличается жесткой конструкцией ее развития и адаптивна к требованиям реального гибкого институционального и технологичного структурирования бизнеса. Указанные стратегии также не учитывают турбулентность, неопределенность экосреды, изменчивость юрисдикции, конфликтное взаимодействие переменных бизнеса и т.д.

Обстоятельное исследование сильных и слабых сторон изложенных базовых стратегий повышения конкурентоспособности компании на основе изложенных выше теорий традиционной методологии диагностики конкурентоспособности предприятия позволяет заключить, что они рассматриваются как всесторонний, комплексный план конкурентного перспективного его функционирования, основанный на разработке той или иной экстраполяции smart-композиции стратегических технико-экономических его параметров и инструментария достижения их фактических значений с минимальными затратами посредством использования традиционных инноваций и учета существующего, автономного, инактивного (приспосабливающегося к настоящему) сценария их реализации.

В то же время в современном smart-бизнесе в условиях роста неопределенности, санкционных ограничений конкурентная стратегия предприятия базируется не только на экстраполяции направленных (запланированных и прогнозируемых) действий, но и на композитной комбинаторике поиска оптимальных стратегических решений предвидения (преактивная стратегия) и диагностики их чувствительности/реакции (реактивная стратегия) на неопределенные структурно-динамические обстоятельства внутренней и внешней агрегативной, сетевой бизнес-среды посредством генерирования, проектирования преактивных и реактивных динамических комбинаций персональных и дифференцированных покупательских предпочтений в будущем и интерактивного smart-агрегативного, сетевого взаимодействия его со всеми лучшими практиками конкурентов [6].

В рамках сформулированной парадигмы «конкурентная стратегия предприятия» следует рекомендовать методологию smart-диагностики конкурентоспособности предприятий мясо-молочной промышленности, базирующуюся на преактивном менеджменте и маркетинге или предвидении создания будущей конструкции конкурентного функционирования предприятия посредством разработки и реализации институционально-инвестиционной гибкой и адаптивной бизнес-модели smart-бизнеса с учетом чувствительности реакции его стейкхолдеров и клиентов на структурно-динамические изменения неопределенной и санкционной внешней среды, обеспечивающей им присвоение альтернативных недоступных конкурентных экономических выгод (рент).

Выводы

Конкурентоспособным предприятиям мясо-молочной промышленности следует рекомендовать использовать методологию smart-диагностики их конкурентоспособности с целью разработки и реализации гибких и адаптивных бизнес-моделей их smart-бизнеса для увеличения темпов своего стратегического рыночного роста на национальном и мировом рынках продовольственных товаров. Ее созидательными инструментами являются позитивная оценка и признание выбора партнера/конкурента, совместимость и преданность делу, взаимная собственность, взаимовыгодные отношения и инструменты инкрементального управления, укрепления взаимного доверия, координации и признательности.

Список источников

1. О противодействии монополистической деятельности и развитии конкуренции // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: http://pravo.by/ (дата обращения: 23. 12.2022).
2. Портер М.Э., Конкуренция: учеб. пособие; пер. с англ. / М.Э. Портер. - М.: ИД «Вильямс», 2000. С. 127–128.
3. Жудро М.К., Жудро Н.В., Жудро В.М. Экономика предприятия // Минск: Бестпринт, 2021. С. 300-303.
4. Жудро В.М., Шакель Т.П., Ёнчик Л.Т. Методологические аспекты конструирования экотроники в мясо-молочном бизнесе // Цифровизация процессов управления: стартовые условия и приоритеты: сборник материалов международной научно-практической конференции (Курск, 21-22 апреля 2022 г.), отв. редакторы С.А. Гальченко [и др.] – Курск: Курский государственный университет (Курск), 2022. С. 88-89.
5. Жудро В.М. Методические аспекты интерпретации дефиниции «экотроника 4D» // Современное состояние и организационно-экономические проблемы развития АПК: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию кафедры экономики АПК экономического факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I (Россия, Воронеж, 15-17 ноября 2018 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2018. С. 35-36.
6. Жудро В.М. Методические аспекты формирования микропруденциальных финансовых коммуникаций предприятий мясо-

молочной промышленности / В.М. Жудро // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А.В. Мелещеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. Вып. 15. С. 44-45.

Научная статья
УДК 637.143.22

Инновационные подходы к переработке отходов

канд. тех. наук, доцент О.Л. Сороко; канд. тех. наук Е.В. Беспалова; Г.П. Пинчук; Э.А. Бареко
(РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь)

Аннотация. В данной статье изучены направления переработки различных групп молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками с целью снижения экологической нагрузки и увеличения объема кормов.

Ключевые слова: отходы, молочные продукты с утраченными потребительскими характеристиками, биогаз, захоронение

Innovative approaches to waste recycling

Candidate of Technical Sciences, Docent O.L. Soroko; Candidate of Technical Sciences E.V. Bespalova; G.P. Pinchuk; E.A. Bareko
(RUE «Institute for Meat and Dairy Industry», Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. In the Republic of Belarus, the sale of dairy products with an expired shelf life and lost consumer characteristics is prohibited. The fine for breaking the law is 500 basic units. The number of expired dairy products does not decrease every year. This article explores ways to process dairy products waste.

Keyword: waste, dairy products with lost consumer characteristics, biogas, landfill

Ежегодно во всех странах мира увеличивается количество образующихся отходов, в том числе органических, что связано с ростом производственных мощностей.

Молочные продукты с утраченными потребительскими характеристиками, полученные в результате розничной и оптовой торговли потребительских товаров относятся к отходам производства. Данные виды отходов классифицируется как, неопасные. По природе относятся к отходам микробиологического воздействия, по степени воздействия – к незначительным.

Ежегодно увеличивается количество образующихся отходов, в том числе молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками, что

связано с ростом производственных мощностей молокоперерабатывающих предприятий республики. В то время как развитие путей утилизации идет более медленными темпами, что приводит к нарастанию загрязнений окружающей среды.

Тем временем, животноводы испытывают трудности с обеспечением полноценных рационов кормления и комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы из-за дефицита важнейших биологически активных веществ. Таких как макро- и микроэлементы, витамины, ферменты, аминокислоты, антибиотики, антиокислители и др. Наблюдается нестабильность поставки закупаемых за пределами республики премиксов, которые не всегда соответствуют требованиям по обеспечению полноценного кормления скота и птицы. В них зачастую отсутствуют необходимые элементы питания, или они вводятся в недостаточном количестве. Кроме этого, приобретаемые по импорту премиксы имеют высокую стоимость. По данным Министерства сельского хозяйства Беларуси для балансирования кормов по протеину ежегодно до 0,6 млн. тонн белкового сырья импортируется в страну. С целью рационального использования сырьевых ресурсов при наличии резерва молочных продуктов с утраченными потребительскими свойствами, поступившими из сетей розничной торговли, целесообразным является переработка данных продуктов на корма животного происхождения, корма молочно-белковые, которые могут быть использованы для составления кормовых рационов.

В Беларуси обращение с отходами регулируется на законодательном уровне путем вступления в силу закона РБ от 20.07.2007 г. №271-З «Об обращении с отходами», который направлен на уменьшение объемов образования отходов и предотвращение их вредного воздействия на окружающую среду, здоровье граждан, имущество, находящееся в собственности государства, имущество юридических и физических лиц. А также на максимальное вовлечение отходов в гражданский оборот в качестве вторичного сырья.

Около 50% отходов молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками используются путем направления на биогазовые установки. При выборе технологии утилизации отходов необходимо учитывать факторы: максимальное извлечение ценных компонентов, экологическая безопасность технологии и конечных продуктов переработки.

При утилизации отходов молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками на полигонах происходит микробиологическое загрязнение окружающей среды за счет молочных продуктов, которые подвергаются микробиологической и окислительной порче компонентов. Помимо этого, большинство молочных продуктов имеют кислую среду, что значительно закисляет почву. А в результате разложения отходов образуются парниковые газы.

Образование отходов молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками и нехватка кормов, особенно животного

происхождения, создают предпосылки для вовлечения данного виды сырья в кормопроизводство.

Молочные белки включают в рацион питания большого числа групп животных: свиней, КРС, пушных зверей, птиц и др. Данные белки относятся по классификации к кормам животного происхождения.

Выделение белковой фракции способами коагуляции белка. В результате научно-исследовательской работы был проведен отбор жидких и пастообразных образцов молочных продуктов с истекшим сроком годности. Данные продукты подвергнуты технологической обработке в лаборатории оборудования и технологии молочно-консервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с целью получения молочно-белковой добавки кормового назначения.

В процессе исследований были проанализированы три партии смесей:

- партия 1 включала молочные продукты без добавления пищевкусовых компонентов со сроком после истечения годности в пределах равных срок годности, умноженный на коэффициент резерва, плюс 10 суток; хранение осуществлялось при условиях, установленных требованиями нормативной документации;
- партия 2 включала молочные продукты с добавлением пищевкусовых компонентов со сроком после истечения годности в пределах равных срок годности, умноженный на коэффициент резерва, плюс 10 суток; хранение осуществлялось при условиях, установленных требованиями нормативной документации;
- партия 3 включает молочные продукты с добавлением пищевкусовых компонентов со сроком после истечения годности в неограниченных пределах (от 1,3 до 22,3 сроков годности); хранение осуществлялось при условиях, установленных требованиями нормативной документации.

Полученные смеси были переработаны с помощью термокислотной и кислотно-сычужной коагуляции.

Образцы смесей 2 и 3 в результате термокислотной коагуляции имели более крупные сгустки по сравнению со смесью 1 и со смесями, сквашенными кислотно-сычужным способом.

В результате анализа данных молочно-белковой добавки установлено, что при производстве термокислотным способом наблюдается более высокие значения титруемой кислотности в продукте в 1,26 и 1,21 раза. По сравнению с классическим творогом данный показатель в 2,3 и 2,8 раза выше для кислотно-сычужного способа. Однако в кормопроизводстве титруемая кислотность регламентируется только требованиями нормативным документом (ветеринарно-санитарными правилами) на конкретную кормовую добавку или корм. По показателям окислительной порчи (кислотному и перекисному числу) полученные образцы не превышают установленных норм и равны не более 8,9 мг КОН/г и 0,021 % J_2.

По содержанию жира, белка и влаги максимально приближен к твороге образец, полученный из смеси 1. Определено, что образцы молочно-белковой

добавки, полученные термокислотной коагуляцией, имеют большее содержание белка, как абсолютное на 3,7-3,9 г/100 г, так и относительное на 0,5-1,5%.

В результате при двух способах производства наблюдается высокий переход сухих веществ в сравнении с классической творожной или подсырной сывороткой (5,8-6,2%), так как это связано с качеством входящего сырья: его высокой кислотности.

Полученные молочно-белковые добавки исследованы по показателям кормовой ценности. По кормовым единицам и обменной энергии молочно-белковые добавки приближены к показателям, характерным для творога влажностью от 65 до 73 %, и составляют в диапазоне 6,4-9,3 МДж/1 кг и 67,4-96,4 КЕ соответственно. Наибольшее количество обменной энергии для свиней, птиц и пушных зверьков содержится в молочно-белковой добавки, полученной кислотно-сычужным способом из смеси второй партии.

Экструдирование. Одним из эффективных способов воздействия на биохимические показатели молочных продуктов с утраченными потребительскими характеристиками является обработка их в экструдерах в смеси бакалейными продуктами, также утратившими свои потребительские характеристики. Данная смесь подвергалась воздействию высокого давления и температуры. Далее измельченная разогретая масса под высоким давлением попадала под влияние низкого давления. В результате резкого перепада происходил так называемый «взрыв» – готовый продукт увеличивался в объеме и приобретал пористую структуру.

Для получения кормовой добавки экструдированием был проведен отбор молочных продуктов, а именно творога обезжиренного и жирного с массовой долей жира 5%, 6% и 9% с истекшими сроками годности. В качестве бакалейной продукции выступала крупа ячменная ячневая (сечка).

Анализ данных показал, что оптимальной массовой долей влаги смеси является влажность от 15% до 30%. На основании этого было изготовлено 3 образца с разной массовой долей влаги: 15% (образец 1), 17% (образец 2), 20% (образец 3). Влажность смеси регулировалась изменением количества вносимого творога.

Установлено, что в смеси с наименьшей массовой долей влаги (15%) наблюдалось уменьшение массовой доли белка и увеличение массовой доли углеводов, а именно 9,2% и 73,3% соответственно. В смеси с наибольшей массовой долей влаги (20%) отмечалось наибольшее количество белка и меньшая массовая доля углеводов. А именно 10,5% и 67,2% в сравнении со смесями с массовой долей влаги 15% и 17%. Это связано с тем, что для увеличения массовой доли влаги, необходимо увеличить количество творога и уменьшить количество крупы ячменной. По показателям окислительной порчи (кислотному и перекисному числу) полученные смеси не превышают установленных ветеринарно-санитарными правилами норм и равны не более 11,4 мг КОН/г и 0,052 % J_2.

За счет температурной обработки при получении кормовых добавок наблюдается снижение общей обсемененности в 10^3 раза. Содержание

плесневой микрофлоры уменьшилось только в кормовой добавке из смеси с 15% влажностью от 9,0*10^1 КОЕ/г до 1,0*10^1 КОЕ/г.

По кормовым единицам кормовые добавки приближены к показателям, характерным для молока сухого обезжиренного, и составляют в диапазоне 136,9-145,7 КЕ. По обменной энергии кормовые добавки приближены к показателям, характерным для тритикале экструдированного, и составляют в диапазоне 14,4-15,7 МДж/1 кг. Наибольшее количество обменной энергии для свиней, птиц и пушных зверьков содержится в 1 образце.

Заключение

В результате научно-исследовательских работ в статье представлены 2 способа выделения белковой фракции из молочных продуктов, поступивших из торговли на утилизацию, и экструдирование смеси молочных и бакалейных продуктов, утративших свои потребительские характеристики.

Преимуществом экструдирования является то, что можно переработать не только молочные, но и бакалейные продукты. В результате на выходе мы получаем кормовые добавки, которые можно использовать в качестве самостоятельно корма.

По кормовым единицам преобладают также кормовые добавки, полученные способом экструдирования, и равны в пределах 136,9-145,7 КЕ.

При выделении белковой фракции молочного белка мы получаем на выходе молочно-белковые добавки, которые используются в качестве составного компонента для корма. По кормовым единицам преобладают молочно-белковые добавки, полученные методом выделения белковой фракции и равны в пределах 67,4-96,4 КЕ.

Список источников

1. РУП "Бел НИЦ "Экология". Государственный кадастр отходов. 2021.

Научная статья
УДК 631.362.34

Обоснование комплексного критерия качества работы триера

доктор тех. наук, профессор Н.П. Тишанинов
(ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, Россия)

Аннотация. На основе лабораторных исследований качества процесса триерной очистки зерна и функционально-стоимостного анализа предложен комплексный критерий оценки его качества, включающий два частных показателя – остаточную засоренность зерна и технологические потери зерна сходом. Обоснована их относительная весомость. Дана сравнительная оценка направлений исследований, подтверждающая приоритет совершенствования триеров по критериям качества работ.

Ключевые слова: триер, качество процесса, критерий, частные оценки, весомость, зерно, остаточная засоренность, потери

Substantiation of the complex criterion for the quality of the work of the trier

Doctor of Technical Sciences, Professor N.P. Tishaninov
(FGBNU VNIITiN, Tambov, Russia)

Abstract. On the basis of laboratory studies of the quality of the process of grain cleaning and functional cost analysis, a comprehensive criterion for assessing its quality is proposed, including two partial indicators - residual contamination of grain and technological losses of grain by gathering. Their relative weight is substantiated. A comparative assessment of the directions of research is given, confirming the priority of improving trieres according to the criteria for the quality of work.

Keywords: trier, process quality, criterion, private estimates, weight, grain, residual contamination, losses

Методика

Оценка взаимосвязей показателей качества процесса с условиями его протекания и исходными свойствами зерносмеси выполнена по результатам исследований экспериментального триера с авторегулированием скоростного режима работы. Относительная весомость показателей качества процесса определена с помощью функционально-стоимостного анализа.

Результаты

Исследования [1, 2] подтвердили, что при пропуске зерносмеси через овсюжный ячеистый цилиндр качество процесса по остаточной засоренности ($З_о$) существенно зависит от ее исходной засоренности ($З_и$). При недостаточной загрузке триера на свободном участке ячеистого цилиндра степень заполнения ячей зерновками основной культуры составляет 5-7%, а вероятность захвата ячеями длинных примесей увеличивается, что приводит к росту $З_о$ в 3,6 раза при прочих равных условиях – до $З_о$ = 1,28%.

Допущение технологических потерь при настройке триера на уровне 2% снижает вероятность захвата длинных примесей и обеспечивает уровни $З_о$ = 0,05; 0,13; 0,17% при, соответственно, $З_и$ =1, 2, 3%. С другой стороны, чрезмерное увеличение схода зерновок основной культуры увеличивает прямые экономические потери. Поэтому оптимальный режим работы триера должен определяться целевой функцией, представляющей интегральный показатель качества процесса:

$$П_к = 1/(\alpha_1 \Delta З_о + \alpha_2 П) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $П_к$ – интегральный показатель качества работы триера;

α_1, α_2 – коэффициенты весомости частных оценок;

$\Delta З_о$ – уровень остаточной засоренности семян сверх требований к категориям ОС и ЭС ([$З_о$] = 1% по ГОСТ Р 52325-2005), %;

$П$ – показатель технологических потерь, %.

Относительная весомость частных оценок интегрального показателя ($\Delta З_о$

и $П$) рассчитана на основе сопоставления стоимостных эквивалентов потерь от их равных приращений.

Базой сопоставления является чистота семян пшеницы, ржи и ячменя категорий ОС (оригинальные семена) и ЭС (элитные семена), которая составляет 99,0% [3]. Цена ($Ц_{п}$) пшеницы указанных категорий по результатам мониторинга в хозяйствах Тамбовской области на 07.09.2021 года составляла 22 тыс. руб. за 1 тонну.

Повышение уровня остаточной засоренности ($З_{о}$) семян пшеницы до 2% понижает их категорию до репродуктивной, которая оценивается в 19,0 тыс. руб./т. Увеличение $З_{о}$ до 3% снижает категорию семян пшеницы до репродуктивно-товарной с ценой в 17 тыс. руб./т.

Таким образом, приращение $\Delta З_{о}$ на 2% относительно уровня требований к семенам пшеницы категорий ОС и ЭС приводит к снижению цены ($\Delta Ц_{п}$) на 5 тыс. руб./т. При обоснованном допущении о том, что связь $\Delta З_{о}$ и $\Delta Ц_{п}$ линейная, удельные потери от роста $З_{о}$ будут:

$$Ц'_{уд} = \frac{\Delta Ц_{п}}{\Delta З_{о}} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ тыс. руб. / 1%.} \quad (2)$$

Удельные экономические потери от роста технологических потерь на 1% будут:

$$Ц''_{уд} = \frac{П\bar{Ц}_{п}}{100} = \frac{1 \cdot 19,5}{100} = 0,195 \text{ тыс. руб. / 1%,} \quad (3)$$

где $\bar{Ц}_{п}$ – средняя цена семян пшеницы всех рассматриваемых категорий, тыс. руб./т.

Сопоставление удельных экономических потерь от снижения качества работы триера по частным оценкам процесса показывает, что соотношение весомостей – α_1/α_2 = 2,5/0,195 = 12,8. Поэтому целевая функция (1) примет вид:

$$П_{к} = 1/(12,8\Delta З_{о} + П) \to \max. \quad (4)$$

Принятые выше допущения не снижают объективность оценки α_1 и α_2 в сравнении с традиционными методами их обоснования – методами интегрирования мнений (методами экспертных оценок). Кроме того, надо принять во внимание современный уровень управления триерными технологиями, когда в нормативно-технической документации отсутствуют даже регламенты их настройки.

Из уравнения (4) видно, что весомость качества очистки семян многократно превышает весомость прямых технологических потерь. Анализ усредненной структуры себестоимости производства пшеницы позволил сопоставить продуктивность разрабатываемого научного направления относительно других традиционных направлений. Для ФГБНУ ВНИИТиН

важно оценить и сопоставить значимость направления по модернизации зерноочистительной технологии, например, с перспективой исследований по эффективному использованию нефтепродуктов.

В структуре затрат на производство зерна на нефтепродукты приходится от 6,35% (Краснодарский край) до 11,2% (Иркутская область). Приведенные цифры [4, 5] показывают, что перспектива развития второго направления исследований на два порядка уступает приоритетной проблеме обеспечения качества механизированных работ (таблица 1), так как $\overline{D}_н$ = 8,35%:

$$\frac{100}{\overline{D}_н} \times \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{100}{8,35} \times 12,8 = 153,3 \qquad (5)$$

Таблица 1 – Доля затрат на энергоресурсы в структуре затрат на производство зерна

№ п/п	Наименование региона	Доли затрат	
		на нефтепродукты, %	на электроэнергию, %
1	Свердловская область	7,5	1,5
2	Иркутская область	11,2	–
3	Краснодарский край	6,35	0,8

Из таблицы 1 видно, что средняя весомость нефтепродуктов ($\overline{D}_н$) не превышает весомость энергетической оценки (11%), регламентированной отраслевым стандартом – ОСТ 70.2.30-78 (Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка машин. Программа и методы.) [6].

В этом стандарте весомость качества технологических процессов на уровне частных обобщенных показателей составляет 26% для всех групп машин. Вместе с тем, обобщение результатов комплексных исследований технологических процессов при возделывании зерновых культур с использованием функционально-стоимостного анализа позволило уточнить весомость показателя качества [7]. Она составляет 67%, что в 2,6 раза превышает унитарную величину по ОСТ 70.2.30-78.

На уровне единичных показателей качества технологических процессов применительно к зерноочистительным машинам, работающим в семенном режиме, весомость показателя чистоты по ОСТ 70.2.30-78 составляет 42%, а весомость технологических потерь в отходы – 20%. Это соотношение в шесть раз отличается от обоснованного выше соотношения, учитывающего современные ценовые эквиваленты показателей качества.

Выводы

Весомость комплексного критерия качества процесса триерной очистки зерна в структуре других обобщенных оценок триера составляет 2/3. При технологической настройке триера необходимо гарантировать минимальные потери зерна сходом, что существенно снижает показатель остаточной засоренности зерна, весомость которого многократно превышает весомость потерь зерна. Совершенствование триеров по качественным критериям работы

является приоритетным и обеспечивается автоматизацией его управления.

Список источников

1. Анашкин, А.В. Взаимосвязь качества триерной очистки пшеницы с концентрацией длинной примеси //А.В. Анашкин, Н.П. Тишанинов // Наука в центральной России. – 2020. – № 3 (45). – С. 60-67.
2. Тишанинов, Н.П. Влияние высоты зернового слоя в овсюжном триере на остаточное содержание длинных примесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2019. – № 4 (40). – С. 19-26.
3. ГОСТ 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2005-03-23. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20с.
4. Асланьянц, А.Л. Анализ себестоимости производства озимых зерновых культур и резервы ее снижения / А.Л. Асланьянц // В сборнике: Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке: проблемы, пути решения. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции: в 3-х частях. – 2018. – С. 41-46.
5. Абагалова, Н.В. Анализ себестоимости зерна в ЗАО «Иркутские семена» Иркутской области / Н.В. Абагалова, М.В. Вельм // В сборнике: Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2020. – С. 6-12.
6. ОСТ 70.2.30-78 – Испытания сельскохозяйственной техники. Комплексная оценка машин. Программа и методы. – М.: Производственно-издательский комбинат Госкомсельхозтехники СССР. – 1979. – 16 с.
7. Тишанинов, Н.П. Проблемы эксплуатации техники в рыночных условиях / Н.П. Тишанинов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. − 1994. − № 11. − С. 21-24.

Научная статья
УДК 639.3:636.082.12

Цитогенетический анализ – перспективное направление в методике определения стабильности (нестабильности) наследственной основы организма животных на примере изучения эритроцитов в мазке крови

доктор биол. наук, доцент М.К. Чугреев[1];
канд. с.-х. наук, доцент М.А. Сенченко[1];
канд. биол. наук И.С. Ткачева[2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]ФГБУ «ФНИЦ Охота», Москва, Россия)

Аннотация. Для выявления и оценки дестабилизирующих воздействий на наследственную основу организма определяют, например, частоту встречаемости метафазных пластинок с хромосомными аберрациями в клетках верхушек почек у животных, частоту встречаемости двуядерных клеток, проводят оценку дефектов морфологии ядер клеток крови. Мы провели

аналогичные исследования в мазках периферийной крови на примере эритроцитов рыб бассейна Верхней Волги. Объект исследований – эритроциты периферической крови рыб бассейна Верхней Волги: обыкновенный карп (*Cyprinus carpio* L.), обыкновенная щука (*Esox lucius* L.), обыкновенный сом (*Silurus glanis* L.). Всего обнаружено в выборке карпа 65 клеток с микроядрами, в том числе 17 клеток с двумя микроядрами; в выборке щуки 125 клеток с микроядрами, в том числе 26 клеток с двумя микроядрами; в выборке сома 295 клеток с микроядрами, в том числе 73 клетки с двумя микроядрами. Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами была существенно выше у сома. Самый низкий показатель частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами отмечался в выборке карпа.

Ключевые слова: эритроциты, тельца Хауэлла-Жолли, периферическая кровь, карп, щука, сом

Cytogenetic analysis is a promising direction in the method of determining the stability (instability) of the hereditary basis of the animal organism on the example of the study of erythrocytes in a blood smear

Doctor of Biological Sciences, Docent M.K. Chugreev[1];
Candidate of Agricultural Sciences, Docent M.A. Senchenko[1];
Candidate of Biological Sciences I.S. Tkacheva[2]
([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]FNITS Hunt, Moscow, Russia)

Abstract. To identify and evaluate destabilizing effects on the hereditary basis of the organism, for example, the frequency of occurrence of metaphase plates with chromosomal aberrations in the cells of the apex of the kidneys in animals, the frequency of occurrence of binuclear cells are determined, and defects in the morphology of blood cell nuclei are assessed. We carried out similar studies in peripheral blood smears on the example of fish erythrocytes in the Upper Volga basin. The object of research is peripheral blood erythrocytes of fish from the Upper Volga basin: common carp (*Cyprinus carpio* L.), common pike (*Esox lucius* L.), common catfish (*Silurus glanis* L.). In total, 65 cells with micronuclei were found in the carp sample, including 17 cells with two micronuclei; in the pike sample, 125 cells with micronuclei, including 26 cells with two micronuclei; in the soma sample, there are 295 cells with micronuclei, including 73 cells with two micronuclei. The frequency of occurrence of erythrocytes with micronuclei was significantly higher in catfish. The lowest rate of occurrence of erythrocytes with micronuclei was observed in the carp sample.

Keywords: erythrocytes, Howell-Jolly bodies, peripheral blood, carp, pike, catfish

Для работы над проблемой сохранения биоразнообразия фауны диких животных, множества их географических форм, сформировавшихся в ходе эволюции, в том числе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов

и популяций, сохранения и улучшения пород домашних животных требуется новое и эффективное методическое обеспечение.

Тщательно проработанная методика необходима для решения вопросов инвентаризации животного мира, совершенствования мониторинга и экологически ответственного использования генофонда животных, для ведения рациональной эффективной селекции. В племенной работе такие ключевые аспекты, как повышение продуктивности животных и качества продукции, устойчивости к заболеваниям, отбор, оценка и подбор ценного племенного материала требуют улучшения действующих методик и разработки новых, основанных на применении современных технологий и приборов.

Новые методики могут оказать содействие в решении вопросов не только прикладных исследований, но и стать весьма полезными для развития фундаментальной науки. Такие глобальные направления, как экологизация условий проживания людей, обитания и разведения животных; предупреждение распространения заболеваний; совершенствование видового состава в биоценозах или породного состава разводимых домашних животных, прогнозирование состояния популяций и другие тоже требуют новых методических подходов.

В методике к одному из актуальных направлений для решения выше указанных проблем относится оценка и контроль стабильности (или нестабильности) генома животных. Для выявления и оценки дестабилизирующих воздействий на наследственную основу организма определяют, например, частоту встречаемости метафазных пластинок с хромосомными аберрациями в клетках верхушек почек у животных [1-4], частоту встречаемости двуядерных клеток [5, 6], проводят оценку дефектов морфологии ядер клеток крови [7, 8]. Мы провели аналогичные исследования в мазках периферийной крови на примере эритроцитов рыб бассейна Верхней Волги.

Цель исследования: определение частоты встречаемости эритроцитов с тельцами Хауэлла-Жолли в периферической крови рыб (карпа, щуки, сома) бассейна Верхней Волги.

Методика

Исследования выполнялись на базе межкафедрального учебно-научного центра биологии и животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, на кафедре Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ЯГСХА, на рыбоперерабатывающем заводе в Рыбинском районе, в рыбопитомнике «Келнотское» Некрасовского района Ярославской области.

Объект исследований – эритроциты периферической крови рыб бассейна Верхней Волги: обыкновенный карп (*Cyprinus carpio* L.), обыкновенная щука *(Esox lucius* L.*),* обыкновенный сом *(Silurus glanis* L.*).*

При изучении морфологии эритроцитов капля периферической крови (периферическая кровь – это кровь, циркулирующая по сосудам вне кроветворных органов) разводится физиологическим раствором (1:1) и на предметном стекле готовится мазок. Он должен быть достаточно тонким,

хорошо фиксированным и окрашенным. Мазок фиксируется метиловым спиртом и высушивается при комнатных условиях, затем окрашивается красителем Гимза (Merck, Германия).

Краситель Гимза (Романовского-Гимза) применяется для окраски материала клеточных ядер и хромосом на цитологических препаратах. Выпускается в форме жидких 50-кратных концентратов. Рабочий раствор красителя Гимза приготовляется непосредственно перед применением и должен быть использован не позднее, чем в течение 24-х часов после приготовления. Для приготовления рабочего раствора, в качестве делюэнта используется фосфатный буфер (pH6.8), получаемый путем разведения 20-ти кратного концентрата Кат. № (ПанЭко) P074 (10мл на 190 мл дистиллированной воды). В 100 мл приготовленного фосфатного буфера вносят 2 мл концентрата красителя Гимза и перемешивают до получения равномерно-окрашенного раствора насыщенно-синего цвета. Окраска препаратов производится путём погружения стекол в раствор красителя. Время окрашивания подбирается эмпирически, обычно оно составляет 5-6 мин. при комнатной температуре. Затем избыток красителя стряхивают и промывают окрашенный препарат под струей водопроводной воды или погружением в специальные промывные растворы.

В мазках крови подсчитывали число эритроцитов с микроядрами любой формы, не менее чем в 1000 клеток. Таким образом определяли частоту встречаемости эритроцитов с тельцами Хауэлла-Жолли (W.H. Howell, 1860-1945, американский физиолог; J.M.J. Jolly, 1870-1953, французский гистолог), как отношение числа клеток с нарушениями к общему числу изученных клеток, полученные данные выражали в промилле (‰).

Микроядра в эритроцитах бывают разных видов: оформленные, прикрепленные, палочковидные, разрыхленные. Подсчитывали все микроядра независимо от их формы. Окрашенные цитогенетические препараты анализировали с помощью бинокулярного микроскопа Motic BA310 Digital при увеличении в 1000 раз. Клетки фотографировали цифровой фотокамерой Canon EOS 4000D EF-S 18-55 III с адаптером объектива (PowerShotG6, GreatBritain).

Результаты

Тельца Хауэлла-Жолли или микроядра – это мелкие, размером 1-2 мкм, округлые (или иной формы) включения в эритроцитах. Они образуются в результате хромосомных нарушений при делении клеток в интерфазе (представляют собой осколки ядер нормобластов). Нормобласт – это один из этапов образования эритроцита, его клеточная форма. Нормобласты являются непосредственными предшественниками ретикулоцитов, то есть юных эритроцитов.

Микроядра – это патологические структуры и могут наблюдаться в клетках любых тканей, они представляет собой фрагменты ядер в эукариотических клетках.

Микроядра – это хроматиновые образования размером от 1/3 до 1/16 площади нормального ядра и содержащие целые хромосомы или их фрагменты, не включённые при делении клетки в состав дочерних ядер. Некоторые авторы

считают минимальным размером микроядер величину равную 1/20 размера нормального ядра [9].

Некоторые авторы предполагают, что микроядра образуются в интерфазе в результате неправильного хода клеточного деления и вывода из ядра некоторого количества аномального гетерохроматина, а также вследствие фрагментации основного ядра в апоптозе клетки (апоптоз - регулируемый процесс программируемой клеточной гибели) [10-12].

Но фрагменты хроматина, схожие с микроядрами, обнаруживаемые в клетках, находящихся в состоянии апоптоза, считать микроядрами не рекомендуют [13, 14].

Микроядерный тест считается диагностическим методом, отражающим последствия негативного воздействия на организм факторов окружающей среды. Его результаты позволяют дать объективную оценку стабильности (или нестабильности) генетического аппарата клетки.

Мы определили частоту встречаемости микроядер в эритроцитах периферической крови рыб бассейна Верхней Волги: обыкновенного карпа *(Cyprinus carpio L.)*, обыкновенной щуки *(Esox lucius L.)*, обыкновенного сома *(Silurus glanis L.*) (табл.1).

Особенностью рыб является наличие в крови как зрелых, так и молодых эритроцитов, эритроциты имеют ядра [15].

Особи карпа отбирались в рыбопитомнике «Келнотское» Некрасовского района Ярославской области, щуки и сома – на рыбоперерабатывающем заводе в пос. Каменники Рыбинского района. Выборки формировались из особей обоего пола в равных количествах, однородных по массе и возрасту. Карпы (всего 12 особей) возрастом 4 года, массой 1500-1800 г.; щуки (всего 14 особей) возрастом 4-5 лет, массой 2500-3000 г., сомы (всего 10 особей) возрастом 4-5 лет, массой 2500-3000 г.

Таблица 1 – Доля эритроцитов с микроядрами в периферической крови рыб Верхневолжского бассейна, *(пормилле, ‰)*

Вид рыбы	Общ. колич. клеток с микроядрами, (шт.)	Lim, (‰)	M ± m, (‰)	M, (%)	Cv, %
Карп, *(n=12)*	65	1,0-13,0	5,4 ± 0,324	0,54	36,8
Щука, *(n=14)*	125	3,0-19,0	8,9 ± 0,853	0,89	56,2
Сом, *(n=10)*	295	7,0-46,0	29,5 ± 0,371	2,95	67,4

Из данных таблицы 1 видно, что всего обнаружено в выборке карпа 65 клеток с микроядрами, в том числе 17 клеток с двумя микроядрами. Лимиты составили от 1,0‰ до 13,0‰, среднее значение – 5,4‰ (0,54%), коэффициент вариации – 36,8%.

Всего обнаружено в выборке щуки 125 клеток с микроядрами, в том числе 26 клеток с двумя микроядрами. Лимиты составили от 3,0‰ до 19,0‰, среднее значение – 8,9‰ (0,89%), коэффициент вариации – 56,2%.

Всего обнаружено в выборке сома 295 клеток с микроядрами, в том числе 73 клетки с двумя микроядрами. Лимиты составили от 7,0‰ до 46,0‰, среднее значение – 29,5‰ (2,95%), коэффициент вариации – 67,4%.

Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами была существенно выше у сома. Вероятно, это можно объяснить, с одной стороны, биологическими особенностями вида. Большую часть жизни эти рыбы проводят на дне водоёмов, где оседает основная масса токсичных веществ. С другой стороны, сомы входят в список самых древних рыб на планете. Поэтому, надо полагать, с развитием цивилизации быстро изменяющиеся условия обитания оказали на них негативное влияние в большей степени. То есть эти рыбы оказались более уязвимыми от действия современных техногенных факторов.

Самый низкий показатель частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами отмечался в выборке карпа. Можно предположить, что одной из причиной тому послужили биологические особенности вида и породы, а в первую очередь - кормовая база. Карпа в питомнике кормят привозным концентрированным рыбьим кормом, проверенным и не токсичным. Щука же – хищник, питается рыбой, которая обитает в этом же водоёме, т.е. в той же среде (с той же токсичностью), что и сама щука.

Выводы

Показатель частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами может служить своего рода маркером, указывающим на биологические, морфологические, хозяйственно полезные характеристики отдельных особей и популяций (стад) рыб (вероятно, и других животных) при разработке селекционных программ и выполнении иных научно-исследовательских и практических работ. Изменчивость показателя частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами у рыб также может использоваться для этих целей. Она может быть индивидуальная и популяционная (групповая).

Представляется целесообразным встроить этап цитогенетических исследований в систему подбора производителей рыб (возможно и других животных) для формирования племенного ядра и ведения всей селекционной работы.

Микроядерный тест при дальнейшем его изучении и совершенствовании может стать эффективным и низкозатратным методом определения индивидуальной и популяционной (групповой) генетической изменчивости и геномной стабильности (нестабильности) рыб (вероятно, и других животных).

В научно-исследовательских работах подобного направления обычно превалирует взгляд на данную проблему с точки зрения влияния загрязнённой окружающей среды на генетическую основу организма или популяции. Актуальный и необходимый в настоящее время генетический мониторинг представляет собой контроль наследственной изменчивости популяций с целью защиты от последствий загрязнения среды проживания или обитания. Цитогенетические исследования логично являются его составной частью.

Кроме того, на организм животных, наряду с физическими и химическими, оказывают влияние и биологические мутагены, которые могут приводить к возникновению различных патологий и даже опухолевых трансформаций. К таким мутагенам относятся, например, метаболиты гельминтов. Установлено, что описторхозная, шистосомозная, фасциолезная,

трихоцефапезная, трихинеллезная инвазии сопровождаются нарушениями в наследственном аппарате соматических клеток млекопитающих. Известно также, что воздействия вирусов могут вызывать нарушения генома и появление микроядер.

Из сказанного мы предполагаем, что можно рассматривать использование цитогенетического анализа не только для выявления негативного воздействия токсичной среды на геном, но и для выявления негативного, а порой пагубного влияния, бессистемной необоснованной метизации разных географических форм диких животных или культурных заводских пород домашних животных на их иммунный статус и на состояние всей популяции. Например, метизированные животные могут стать подверженными тем заболеваниям, к которым чистокровные их предки были невосприимчивы.

Мы также полагаем, что показатель частоты встречаемости клеток с микроядрами в природных популяциях рыб и других животных, по всей вероятности, должен иметь самые низкие значения. Тем более, если популяция обитает в первичном ареале, не нарушенном современными техногенными факторами. И, напротив, значения этого показателя должны возрастать при отдалении популяции от естественного природного (дикого) состояния в сторону одомашнивания в ходе доместикации или интродукции на другие территории. Или, когда в популяцию, как в саморегулирующуюся систему вносится некое возбуждение извне, например, в виде искусственного отбора, особенно дестабилизирующего, который, по существу, ведёт к резкому нарушению систем, регулирующих развитие организмов, и, соответственно, к повышению их изменчивости.

Способность живых систем, в том числе и популяций, поддерживать внутреннюю стабильность посредством собственных регулирующих механизмов называется гомеостазом. Все биологические системы характеризуются большей или меньшей способностью к саморегуляции, т.е. к гомеостазу. Но, вместе с тем, популяции - открытые системы и имеется множество каналов, по которым в популяцию может поступать возбуждение извне. Если на популяцию воздействует какой-то сильный раздражитель, она отвечает на него неспецифической реакцией – стрессом, который, в свою очередь, может повлечь самые разные последствия, в том числе такие физиологические изменения, которые приводят к резкому сокращению рождаемости и увеличению смертности. Животные могут становиться агрессивными, между ними происходят жестокие драки. У них даже может полностью прекратиться размножение. В стрессовом состоянии увеличивается кора надпочечников и повышается концентрация кортикостероидных гормонов. У самок нарушается овуляция, происходит резорбция эмбрионов, не проявляются инстинкты заботы о потомстве и т. д. Если отдельные животные или популяция находятся в стрессовом состоянии, то значение частоты встречаемости микроядер в клетках их организмов должно повышаться.

Эти наши предположения требуют дальнейших исследований, результаты которых могут стать полезными для решения проблем, указанных в начале данной статьи.

Список источников

1. Al-Sabti K, Metcalfe C.D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water// Mutat Res. 1995 Jun; 343 (2-3). P. 121-135.
2. Al-Sabti K. Clastogenic effects of five carcinogenic-mutagenic chemicals on the cells of the common carp, Cyprinus carpio L.// Comp Biochem Physiol C. 1986. 85(1). P. 5-9. Links.
3. Hutchinson T.H., Ankley G.T., Segner H., Tyler C.R. Screening and testing for endocrine disruption in fish-biomarkers as «signposts» not «traffic lights» in risk assessment//Environ Health Perspect. 2006 Apr. 114 Suppl 1. P. 106-114.
4. Llorente M.T., Martos A., Castano A. Detection of cytogenetic alterations and blood cell changes in natural populations of carp // Ecotoxicology. 2002 Feb. 11(1). P. 27-34.
5. Cavas T., Garanko N.N., Arkhipchuk V.V. Induction of micronuclei and binuclei in blood, gill and liver cells of fishes subchronically exposed to cadmium chloride and copper sulphate// Food Chem Toxicol. 2005 Apr. 43(4). P. 569-74.
6. Arkhipchuk V.V., Garanko N.N. Using the nucleolar biomarker and the micronucleus test on in vivo fish fin cells // Ecotoxicol Environ Saf. 2005 Sep. 62(1). P. 42-52.
7. Cavas T., Garanko N.N., Arkhipchuk V.V. Induction of micronuclei and binuclei in blood, gill and liver cells of fishes subchronically exposed to cadmium chloride and copper sulphate// Food Chem Toxicol. 2005 Apr. 43(4). 569-5
8. Arkhipchuk V.V., Garanko N.N. Using the nucleolar biomarker and the micronucleus test on in vivo fish fin cells // Ecotoxicol Environ Saf. 2005 Sep. 62(1). P. 42-52.
9. Крюков В.И. Вариант методики учёта ядерных аномалий в эритроцитах птиц // Вестник аграрной науки. 2020. 1(82). С. 84
10. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. 2007 г. № 11. С. 3-11.
11. Ильинских Н.Н., Васильев С.А., Кравцов В.Ю. Микроядерный тест в скрининге и мониторинге мутагенов // Saarbrucken: LAP LAMBERT, 2011. 516 с.
12. Калаев В.Н., Нечаева М.С., Калаева Е.А. Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека // Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. 136 с.
13. Torres-Bugarin O., Zavala-Cerna M.G., Nava A., et al. Potential Uses, Limitations, and Basic Procedures of Micronuclei and Nuclear Abnormalities in Buccal Cells // Disease Markers. 2014. Vol. 2014, 13 p.
14. Claudia Bolognesi et al. The HUMNxl scoring criteria for different cell types and nuclear anomalies in the buccal micronucleus cytome assay // Mutation Research/Reviews in Mutation Research. 2013. Vol. 753. Lssue 2 P. 100-113.
15. Полозюк О.Н., Ушакова Т.М. Гематология: учебное пособие // Донской ГАУ. – Персиановский: Донской ГАУ, 2019. – 159 с.

Секция «УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ»

Научная статья
УДК 634.1.076: 631.4

Вклад физико-химических параметров почв ЦЧР в формирование урожайности яблони

доктор с.-х. наук, доцент В.Л. Захаров
(ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Елец, Россия)

Аннотация. На основе полевых и лабораторных многолетних исследований установлено, что в формирование урожайности сортов яблони, привитых на карликовом подвое 62-396 вносят существенный вклад плотность, насыщенность почвы основаниями, содержание азота и калия, кислотность, глубина карбонатов и капиллярная влагоёмкость; для сортов на полукарликовом подвое 54-118 это насыщенность почвы основаниями, кислотность, гигроскопичность, плотность, оструктуренность и глубина грунтовых вод; для яблони на семенном подвое – глубина грунтовых вод. Сорта яблони, привитые на семенном подвое менее требовательные к плодородию почв, чем на 62-396 и 54-118.

Ключевые слова: урожайность яблони, подвои, почвенные параметры, тип почвы

Contribution of the physico-chemical parameters of the soils of the Central Chernozem district to the formation of apple yield

Doctor of Agricultural Sciences, Docent V.L. Zakharov
(Bunin Yelets State University, Yelets, Russia)

При проектировании яблоневых садов отдаётся предпочтение таким параметрам, как влагоёмкость почвы [5], её структурность [6], содержание в слое 40-60 см азота, фосфора, калия, кальция, магния, натрия, алюминия, кремния и железа [4]. Установлена тесная связь электропроводности почвы с урожайностью яблони (r = 0,94) [7]. Однако в литературе всё ещё недостаточно сведений о роли остальных почвенных факторов. Поэтому целью наших исследований было установить вклад отдельных почвенных параметров ЦЧР в формирование урожайности плодов яблони.

Методика

Исследования проводились в 2004-2019 годах в промышленных насаждениях яблони в возрасте полного плодоношения в Липецкой и Тамбовской областях. Система содержания междурядий – чёрный пар. Сорта

яблони: Мелба, Мантет, Первенец, синап Орловский, северный синап, Лобо, Жигулевское, Уэлси, Пепин шафранный, Веньяминовское, Строевское, Богатырь, Победа, Антоновка обыкновенная, Беркутовское. Схемы размещения деревьев: 5х3, 6х4, 6х8 м. На каждом из рассматриваемых типов почв было по 24 учетных дерева (по 6 в блоке). Число блоков – 4. Расположение блоков – рендомизированное. Учёты урожая проводили по методическим указаниям Ю.А. Маркова [2]. Агрохимические анализы почвы выполнены по инструкции ЦИНАО с применением титриметрического, ионометрического и трилонометрического методов [1], физические – с применением термостатно-весового, пикнометрического, пирофосфатного и фотометрического методов [3]. Однако по нашим данным корни слаборослых подвоев яблони в промышленных насаждениях севера ЦЧР осваивают слой почвы 10-200 см, поэтому все данные по свойства почв приведены в среднем по слою 10-200 см.

Результаты

В результате исследований установлены интервалы варьирования для морфологических параметров: мощность гумусового горизонта (А + АВ) колебалась от 35 см (серая лесная) до 95 см (чернозём выщелоченный), глубина залегания верхней границы карбонатов – от 60 см (чернозём типичный) до 255 см (серая лесная). Ряд изучаемых почв в порядке увеличения глубины залегания грунтовых вод от 0,5 до 9,0 м от поверхности: чернозёмно-влажно-луговая, чернозёмно-луговая, лугово-чернозёмная, луговато-чернозёмная, серая лесная и чернозём выщелоченный, типичный и оподзоленный. Таким образом, чернозём выщелоченный наряду с луговато-чернозёмной почвой был мощной почвой, серая лесная имела профиль укороченной мощности, чернозёмно-влажно-луговая была маломощной, а остальные почвы – среднемощными.

Физико-химические параметры почв в слое 0-200 см варьировали в следующем диапазоне: объёмная масса почвы в гумусовом горизонте – от 1,3 г/см^3 (чернозём оподзоленный) до 1,6 г/см^3 (чернозёмно-луговая), общая порозность – от 37,6% (чернозёмно-луговая) до 49,1% (чернозём оподзоленный), доля мезоагрегатов диаметром 0,29-10 мм – от 33,3% (чернозёмно-влажно-луговая) до 56,4% (чернозём типичный), содержание физической глины (частицы диаметром до 0,01 мм) – от 25,6% (серая лесная) до 63,4% (луговато-чернозёмная). Таким образом, наибольшей плотностью и низкой пористостью почвенного профиля отличалась чернозёмно-луговая почва (очень плотная), а все чернозёмы были наименее плотными и более пористыми (среднеплотные). Все остальные почвы относились к категории плотных.

Такие почвенно-гидрологические константы, как гигроскопичность, влагоёмкость и водопрочность агрегатов колебались в следующем диапазоне: гигроскопическая влага – от 3,3% (серая лесная) до 5,8% (чернозём выщелоченный), капиллярная влагоёмкость – от 20,5% (серая лесная) до 40,1% (чернозём типичный), наименьшая влагоёмкость – от 30,1% (серая лесная) до 45,2% (чернозём выщелоченный), коэффициент водопрочности почвенных агрегатов – от 2,7% (серая лесная) до 25,5% (чернозёмно-влажно-луговая).

Самой гигроскопичной почвой оказался чернозём выщелоченный, а менее гигроскопичной – серая лесная. Почвой с самой высокой капиллярной влагоёмкостью был чернозём типичный, а с самой низкой – серая лесная. Самое высокое значение предельно-полевой, или наименьшей влагоёмкости имели все чернозём, кроме оподзоленного. Самый низкий уровень этого показателя был у серой лесной почвы. Средней водопрочностью агрегатов характеризовалась только чернозёмно-влажно-луговая почва, остальные почвы – низкой.

Химические параметры слоя 0-200 см также заметно варьировали в зависимости от типа почвы: pH солевой вытяжки колебалась от 4,8 (серая лесная) до 6,6 (чернозём типичный), гидролитическая кислотность – от 2,2 мг-экв./100 г почвы (чернозём типичный) до 8,1 (чернозёмно-влажно-луговая), сумма поглощённых оснований – от 12,3 мг-экв./100 г почвы (серая лесная) до 52,2 (чернозём типичный), ёмкость катионного обмена – от 15,4 мг-экв./100 г почвы (серая лесная) до 55,0 (чернозём типичный), степень насыщенности основаниями – от 74,4% (чернозёмно-влажно-луговая) до 96,3% (чернозём типичный).

Содержание гумуса колебалось от 2,0% (лугово-чернозёмная и серая лесная) до 5,0% (чернозёмно-влажно-луговая), азот легкогидролизуемый – от 2,8 мг/100 г почвы (серая лесная) до 8,4 мг (чернозём типичный), азот щелочногидролизуемый – от 3,0 мг/100 г почвы (серая лесная) до 30,5 мг (чернозём типичный), подвижный фосфор – от 2,1 мг/100 г почвы (луговато-чернозёмная) до 15,3 мг (чернозёмно-влажно-луговая), обменный калий – от 4,2 мг/100 г почвы (серая лесная) до 14,8 мг (чернозём типичный).

Серая лесная почва была необеспеченной легкогидролизуемым азотом и нуждалась в азотных удобрениях. Лугово-чернозёмные почвы и чернозём выщелоченный являлись по этому показателю среднеобеспеченными и средне нуждающимися в азоте, остальные – высокообеспеченными и мало нуждающимися в азоте. Щелочногидролизуемого азота было меньше всего также в серой лесной почве, а больше всего – в чернозёме типичном (в 10 раз больше). Серая лесная, чернозёмно-луговая, луговато-чернозёмная почва и чернозём оподзоленный являлись необеспеченными подвижными фосфатами. Чернозём типичный, выщелоченный и лугово-чернозёмная почвы были среднеобеспеченными фосфором. Остальные почвы были вполне обеспечены этим элементом. Серая лесная почва была необеспечена обменным калием. Чернозёмно-влажно-луговая почва была среднеобеспечена калием, а остальные почвы – обеспечены.

Среднемноголетнюю урожайность плодов, взятую за период полного плодоношения яблони можно ограничить следующими диапазонами: сорта на подвое 62-396 – от 31,1 ц/га (луговато-чернозёмная) до 192,1 (чернозём типичный), сорта на подвое 54-118 – от 36,5 ц/га (чернозёмно-влажно-луговая) до 138,1 (чернозём оподзоленный), сорта на семенном подвое – от 15 ц/га (чернозёмно-влажно-луговая) до 146,2 ц/га (чернозём оподзоленный).

Таким образом, сорта яблони на полукарликовом подвое 62-396 показали наиболее высокую среднемноголетнюю урожайности при выращивании на чернозёме типичном и выщелоченном, а наименьшую – на луговато-

чернозёмной почве. Сорта яблони, привитые на среднерослом подвое 54-118 давали самые высокие урожаи плодов при размещении деревьев на чернозёме оподзоленном, а наименьшую – на чернозёмно-влажно-луговой почве. Сорта яблони на сильнорослом семенном подвое показали самую высокую урожайность на чернозёме оподзоленном, а наименьшую – на чернозёмно-влажно-луговой почве. Из трёх приведённых подвоев семенной в наибольшей степени страдает от близости грунтовых вод, а полукарликовый – в наименьшей. Это объясняется силой роста подвоя. Чем выше сила роста, тем опаснее становятся почвы с близким уровнем грунтовых вод для подвоев.

Мы проводили корреляционный анализ каждого почвенного параметра в слое 10-200 см и урожайности яблони (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции (r) между урожайностью плодов яблони и отдельными почвенными параметрами в слое 10-200 см ЦЧР

Почвенный параметр	Урожайность сортов на различных подвоях		
	62-396	54-118	семенной
Сумма поглощённых оснований, мг-экв./100 г почвы	0,74	0,55	-
Ёмкость катионного обмена, мг-экв./100 г почвы	0,73	0,51	-
Степень насыщенности основаниями, %	0,6	0,74	-
Рн солевой вытяжки	0,8	0,5	-
Капиллярная влагоёмкость, %	0,77	-	-
Щелочногидролизуемый азот, мг/100 г почвы	0,83	-	-
Легкогидролизуемый азот, мг/100 г почвы	0,6	-	-
Обменный калий, мг/100 г почвы	0,52	-	-
Объёмная масса, г/см^3	-0,6	-0,55	-
Глубина карбонатов, см	-0,6	-	-
Общая порозность, %	-	0,62	-
Гигроскопичность, %	-	0,58	-
Содержание мезоагрегатов (0,25-10 мм), %	-	0,6	-
Глубина грунтовых вод, см	-	0,76	0,53
Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы	-	-0,62	-

По сортам на подвое 62-396 установлено, что урожайность увеличивается с увеличением суммы обменных оснований, ёмкости катионного обмена, степени насыщенности основаниями, значения pH_{KCl}, капиллярной влагоёмкости, щелочногидролизуемого азота, легкогидролизуемого азота, обменного калия. Урожайность сортов на этом подвое также возрастала при уменьшении объёмной массы почвы и с уменьшением глубины карбонатов.

По сортам, привитым на подвое 54-118 установлено, что урожайность увеличивается при увеличении суммы поглощённых оснований, ёмкости катионного обмена, степени насыщенности основаниями, общей порозности, значения pH солевой вытяжки, гигроскопичности, агрономически ценных агрегатов, глубины грунтовых вод. Урожайность сортов на этом подвое также возрастала при уменьшении плотности почвы и её гидролитической кислотности. Установлено, что чем глубже залегали карбонаты, тем выше была урожайность сортов яблони на семенных подвоях.

Выводы

1. В формирование урожайности сортов яблони, привитых на клоновых подвоях вносят существенный вклад 10 почвенных параметров: для сортов на карликовом подвое 62-396 это плотность, насыщенность почвы основаниями, содержание азота и калия, кислотность, глубина карбонатов и капиллярная влагоёмкость; для сортов на полукарликовом подвое 54-118 это насыщенность почвы основаниями, кислотность, гигроскопичность, плотность, оструктуренность и глубина грунтовых вод.

2. Весомый вклад в формирование урожайности яблони на семенном подвое вносит только один почвенный фактор – глубина грунтовых вод.

3. Сорта яблони, привитые на семенном подвое менее требовательные к плодородию почв, чем на 62-396 и 54-118.

Список источников

1. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. М.: Колос, 1973. 55 с.
2. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. Мичуринск, 1985. 116 с.
3. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос, 1964. 318 с.
4. Altynbekova M.O., Toleshova Z.U. Influence of the soil chemical elements on productivity of apple tree fruiting // Bulletin of the university of Karaganda-chemistry. 2016. Issue: 81. P. 54-59.
5. Lan T., Guo S.W., Han J.W., Yong-Li Yang, Zhang K., Zhang Q., Yang W., Li P.F. Evaluation of physical properties of typical urban green space soils in Binhai Area, Tianjin, China // Urban forestry & urban greening. 2019. V. 44. Article Number: UNSP 126430.
6. Scandellari F., Tonon G., Thalheimer M., Ceccon C., Gioacchini P., Aber J.D., Tagliavini M. Assessing nitrogen fluxes from roots to soil associated to rhizodeposition by apple (Malus domestica) trees // Trees-structure and function. 2007. V. 21. Issue: 5. P. 499-505.
7. Turker U., Talebpour B., Yegul U. Determination of the relationship between apparent soil electrical conductivity with pomological properties and yield in different apple varieties // Zemdirbyste-agriculture. 2011. V. 98. Issue 3. P. 307-314.

Научная статья
УДК 632.931.1:633.11

Влияние технологий возделывания на интенсивность развития болезней в посевах яровой пшеницы

канд. с.-х. наук, доцент А.Н. Воронин
канд. с.-х. наук М.Ю. Иванова
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье приводятся данные о влиянии различных технологий возделывания на интенсивность развития болезней в посевах яровой пшеницы.

Опыты проводились на дерново-подзолистых среднесуглинистых глееватых почвах. Установлено положительное влияние интенсивной технологии возделывания на фитосанитарное состояние посевов и урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: фитосанитарное состояние, технология возделывания, интенсивность развития болезней, урожайность, яровая пшеница

Influence of cultivation technologies on the intensity of disease development in spring wheat crops

Candidate of Agricultural Sciences, Docent A.N. Voronin
Candidate of Agricultural Sciences M.Yu. Ivanova
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents data on the impact of various cultivation technologies on the intensity of disease development in spring wheat crops. The experiments were carried out on soddy-podzolic medium loamy gleyic soils. The positive effect of intensive cultivation technology on the phytosanitary state of crops and the yield of spring wheat has been established.

Keywords: phytosanitary state, cultivation technology, intensity of disease development, productivity, spring wheat

Пшеница – это главнейшая продовольственная культура мира. Технологии возделывания полевых культур, включающие обработку почвы, применение удобрений и пестицидов и другие агротехнические приёмы, оказывают большое влияние на всё сообщество агрофитоценозов [1]. Потери урожая от вредных организмов достигают 40%. При этом, недобор урожая пшеницы только от грибных болезней достигает 10% при традиционных технологиях и 20% и более при возделывании её по интенсивной технологии, если не организована научно-обоснованная защита посевов от болезней [2].

Фитосанитарные функции механической обработки почвы при её минимализации компенсируются не только правильным чередованием культур в севообороте, подбором устойчивых к инфекции сортов, использованием химических средств, но и сочетанием приёмов обработки почвы в севообороте.

После выявления роли обработки почвы, нельзя упустить из внимания роль удобрений в управлении факторами плодородия и урожайностью сельскохозяйственных культур. Без использования удобрений не стоит говорить о ресурсосбережении в обработке почвы, потому что, не внося питательные вещества в почву, получить высокие и стабильные урожаи практически невозможно. Большинство авторов свидетельствует о положительном влиянии совместного применения органических и минеральных удобрений на поражённость болезнями полевых культур [3; 4; 5].

Применение удобрений – это основополагающий элемент технологии возделывания любой культуры.

Целью нашей работы было разработать эффективную технологию возделывания в регулировании фитосанитарного состояния дерново-подзолистой глееватой почвы и урожайности полевых культур.

Методика

Исследования проводились в полевом стационарном полевом опыте, заложенном на дерново-подзолистых среднесуглинистых глееватых почвах в 2021 и 2022 годах.

Схема полевого стационарного двухфакторного (4 × 3) опыта:

Фактор А. Культура:

1. **Яровая пшеница**.
2. **Ячмень**.
3. **Однолетние травы**.
4. **Многолетние травы**.

Фактор В. Технология возделывания:

1. **Контроль** (без удобрений).
2. **Интенсивная** (внесение минеральных удобрений и заделка соломы).
3. **Органическая** (заделка соломы).

Изучалось влияние технологий возделывания на поражённость посевов яровой пшеницы.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года отличались повышенными температурными показателями во все месяцы вегетации, при этом количество осадков существенно отличалось от среднемноголетних наблюдений. В мае и августе отмечалось превышение над среднемноголетними значениями, в июне и июле осадков выпадало очень небольшое количество. В целом метеорологические условия можно охарактеризовать как нетипичные.

В 2022 году также отмечалось превышение температуры в сравнении со среднемноголетними значениями во все месяцы, кроме мая. В этом же месяце также наблюдалось превышение по осадкам. В остальные периоды количество осадков было меньше средних показателей. Следует сказать, что этот год был более засушливым, но в целом климатические условия благоприятствовали росту и развитию растений яровой пшеницы.

Учёты проводились в фазы выхода в трубку, цветения и молочной спелости культуры методом маршрутных обследований.

Результаты

В 2021 году в посевах яровой пшеницы были обнаружены следующие болезни: в фазу выхода в трубку – ринхоспориоз и ржавчина, в фазу цветения – ринхоспориоз, гельминтоспориоз и фузариоз, в молочную спелость – гельминтоспориоз, септориоз, бурая ржавчина и септориоз колоса (таблица 1).

Во все фазы развития применение изучаемых технологий возделывания яровой пшеницы не вызвало каких-либо значимых изменений в интенсивности развития указанных выше болезней при наименьших значениях по интенсивной технологии возделывания.

Таблица 1 – Влияние технологий возделывания на интенсивность развития болезней в посеве яровой пшеницы в 2021 году

Технология	Выход в трубку		Цветение			Молочная спелость			
	ринхоспориоз	ржавчина	ринхоспориоз	гельминтоспориоз	фузариоз	гельминтоспориоз	септориоз	септориоз колоса	бурая ржавчина
контроль	4,50	10,00	1,83	1,55	3,33	3,50	5,83	28,33	5,00
интенсивная	1,17	4,17	1,17	1,00	1,00	1,83	4,33	18,33	4,83
органическая	2,50	11,67	2,67	2,33	2,83	2,67	4,83	26,67	6,67
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$

В 2022 году в посевах яровой пшеницы были найдены септориоз и бурая ржавчина (таблица 2). Применение изучаемых технологий возделывания не вело к каким-либо значимым изменениям в интенсивности развития болезней при минимальных значениях во все фазы развития по интенсивной технологии развития. Отмеченные изменения наблюдались по септориозу.

Таблица 2 – Влияние технологий возделывания на интенсивность развития болезней в посеве яровой пшеницы в 2022 году

Технология	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	
	Септориоз	Септориоз	Септориоз	Бурая ржавчина
контроль	28,2	4,23	4,2	0,01
интенсивная	22,6	1,00	2,9	0,03
органическая	37,6	3,67	3,6	0,43
$НСР_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$	$F_Ф<F_{05}$

Урожайность сельскохозяйственных культур – это интегрированный показатель, отражающий эффективность применяемых агроприёмов. В 2022 году наблюдались более высокие значения урожайности в сравнении с 2021 годом, что можно объяснить более благоприятными климатическими условиями для яровой пшеницы (рисунок 1).

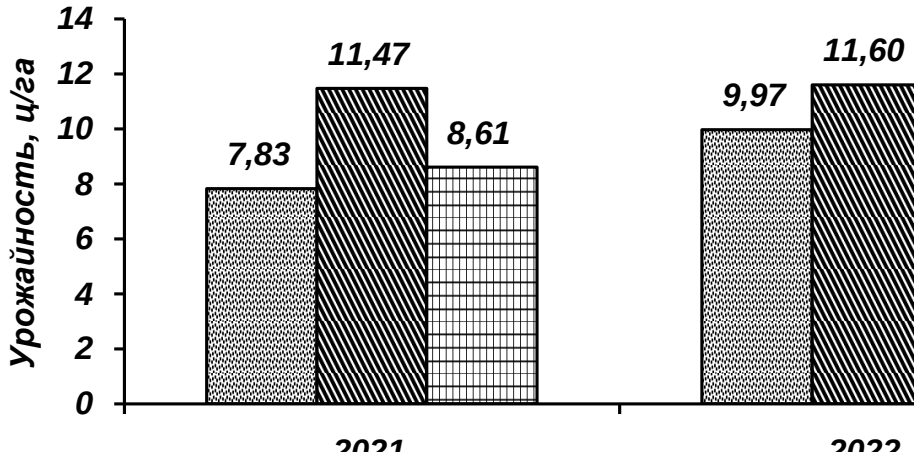


Рисунок 1 – Влияние изучаемых технологий на урожайность яровой пшеницы

Применение интенсивной технологии возделывания обусловило наибольший уровень урожайности по обоим годам исследований. Наименьшие значения в 2021 году отмечались на контроле, а в 2022 году – по органической технологии.

Выводы

Таким образом, для дерново-подзолистых глееватых среднесуглинистых почв Центрального района Нечерноземной зоны РФ можно порекомендовать интенсивную технологию возделывания яровой пшеницы, включающую заделку соломы и внесение минеральных удобрений. Использование данных агроприёмов обеспечивает снижение инфицированного фона и способствует получению высокой урожайности яровой пшеницы.

Список источников

1. Бокина И.Г. К вопросу о формировании хищной энтомофауны в стеблестоя овса возделываемого по No-Till // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: сб. науч. статей. Новосибирск, 2014. Ч. 1. С. 139.
2. Пересыпкин В.Ф., Тютерев С.Л., Баталова Т.С. Болезни зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания. – М.: Агропромиздат, 1991. 272 с.
3. Воронин А.Н., Котяк П.А. Влияние агротехнических приёмов на фитосанитарное состояние и урожайность полевых культур // Защита и карантин растений. 2018. № 11. С. 45-46.
4. Котяк П.А., Воронин А.Н. Влияние агротехнических приёмов на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя // Вестник Курской ГСХА. 2018. №4. С. 79-82.
5. Воронин А.Н., Труфанов А.М., Щукин С.В. Действие агротехнических приёмов на распространённость ржавчинных болезней и продуктивность полевых культур // Известия ТСХА. 2021. №4. С. 41-50.

Научная статья
УДК 631.46:631.42:633.21.3

Численность и структура комплексов почвенных микромицетов под посевами сельскохозяйственных культур

канд. биол. наук, доцент И.Я. Колесникова
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. При сравнении данных за два года исследований отмечено, что возделываемые сельскохозяйственные культуры оказывали влияние на численность и структуру комплексов почвенных микромицетов. Формирование этих различий можно объяснить физиолого-биохимическими особенностями растений, в том числе различным химизмом корневых депозитов, а соответственно и разным субстратом для развития грибов. При этом велика роль агротехнологических приемов, используемых при возделывании сельскохозяйственных растений.

Ключевые слова: микромицеты, численность, структура комплексов, корневые депозиты, агротехнологии

Abundance and structure of soil micromycetes complexes under agricultural crops

Candidate of Biological Sciences, Docent I.Ya. Kolesnikova
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. When comparing data for two years of research, it was noted that cultivated crops had an impact on the abundance and structure of soil micromycete complexes. The formation of these differences can be explained by the physiological and biochemical characteristics of plants, including the different chemistry of root deposits, and, accordingly, different substrates for the development of fungi. At the same time, the role of agrotechnological methods used in the cultivation of agricultural plants is great.

Keywords: micromycetes, abundance, structure of complexes, root deposits, agricultural technologies

Большую роль в жизни растений играют грибы в зоне корней в области ризосферы и ризопланы. В области ризосферы формируется определенный комплекс грибов, итоговый состав которого зависит от самого растения, так как там активно проходит экзоосмос, от почвенных условий, так как ризосфера отличается от остальной части почвы и от климатических условий [1].

В настоящее время накоплен большой фактический материал, позволяющий судить о степени реагирования микро- и макромицетов на изменения условий окружающей среды, однако биоиндикационная значимость и экологическая информативность синэкологических показателей грибов всё ещё остаются малоисследованными [2].

Некоторые авторы отмечают необходимость микологического мониторинга почвы при введении в культуру новых растений в связи с возможностью накопления в почве грибов, опасных для человека и способных загрязнять растительную продукцию. Это описано, в частности, для растений – продуцентов натуральных подсластителей [3]. Кроме того, достаточно часто в качестве общей тенденции отмечается снижение видового разнообразия грибов по сравнению с целинными землями, например, черноземом [4].

Актуальность данной работы обусловлена недостаточной изученностью изменений, происходящих в почвенно-биотическом комплексе, при сельскохозяйственном использовании земель в условиях современного производства. В практике наблюдаемые в комплексах почвенных микромицетов изменения можно использовать в качестве информативного параметра агроэкологического биомониторинга состояния возделываемых почв [5].

В связи с этим, цель исследований заключалась в изучении комплексов почвенных грибов под сельскохозяйственными культурами при возделывании их с применением различных агротехнологий.

Методика

Исследования проводились в двухфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского района). Фактор А – культуры севооборота: ячмень с подсевом многолетних трав – многолетние травы 1 г.п. – многолетние травы 2 г.п. – озимые зерновые – однолетние травы – яровая пшеница. Фактор В – применяемые агротехнологии (экстенсивная К – без удобрений и без пестицидов; органическая О – без минеральных удобрений и пестицидов; интенсивная И – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков). В статье приведены результаты, полученные при применении экстенсивной и интенсивной технологий возделывания культур.

Опыт заложен в 2021 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта трехкратная.

Выделение почвенных грибов проводили методом глубинного посева почвенной суспензии в разведении 1:1000 на агаризованную питательную среду Чапека. При этом учитывали общее число выросших колоний, условно допуская, что каждая колония образовалась из одной споры или клетки гифы. Численность рассчитывали на 1 г воздушно-сухой почвы.

Структуру комплексов микромицетов характеризовали по показателям пространственной встречаемости видов. Частоту встречаемости определяли отношением количества образцов почвы, где вид обнаружен, к общему числу образцов. Для оценки видового разнообразия комплексов использовали коэффициент сходства Съеренсена-Чекановского [6].

Климатическими особенностями 2021 и 2022 гг. являлось меньшее количество осадков и более высокая температура июня во время отбора образцов по сравнению с многолетними данными.

Результаты

По результатам проведенных нами опытов были обнаружены грибы из отделов Зигомикота и Аскомикота.

В год закладки опыта более высокая численность грибов в нижнем слое пахотного горизонта отмечена в вариантах с однолетними (вико-овсяная смесь) и многолетними (клевер + тимофеевка) травами по сравнению с зерновыми культурами при обеих агротехнологиях (рисунок 1).

В верхнем слое численность микромицетов под посевами яровой пшеницы была на уровне или выше численности под травами, тогда как под яровым ячменем отмечено самое низкое количество грибов в сравнении с другими культурами. При применении интенсивной технологии возделывания данной культуры численность почвенных грибов возрастала, больше в слое 0-10 см.

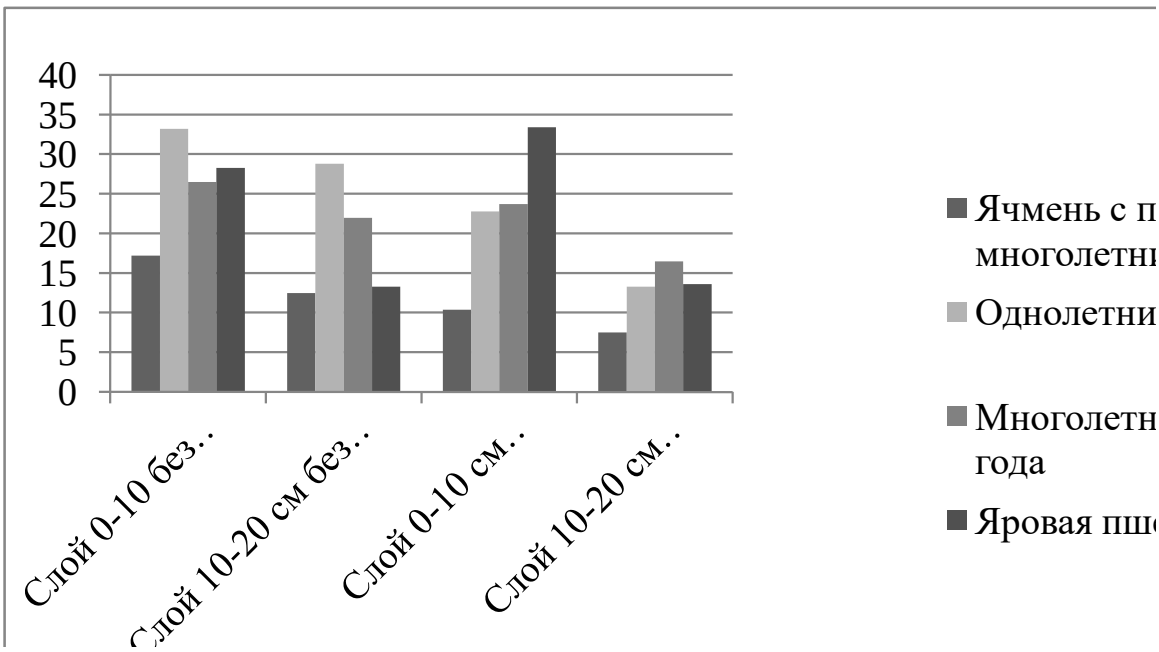


Рисунок 1 – Численность микромицетов в почве под различными культурами севооборота в 2021 году, тыс. КОЕ в 1 г воздушно-сухой почвы

При возделывании остальных культур – ячменя, вико-овсяной смеси, многолетних трав в вариантах с внесением минеральных удобрений по интенсивной технологии численность почвенных микромицетов была ниже, чем в неудобренной почве. Проведенный дисперсионный анализ показал, что в среднем по изучаемым факторам отмеченное влияние применяемых агро-технологий было существенным только для нижнего слоя почвы (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние изучаемых факторов на численность микроскопических грибов в 2021 г.

Вариант	Численность почвенных грибов в 1 г воздушно-сухой почвы по слоям, тыс. КОЕ	
	Слой 0–10 см	*Слой 10–20 см*
Фактор А – Культуры севооборота		
Ячмень с подсевом многолетних трав	13,8	10,0
Многолетние травы 1 года пользования	25,1	19,6
Однолетние травы	27,1	17,8
Яровая пшеница	30,8	13,5
НСР $_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В – Агротехнологии		
Экстенсивная	26,3	19,5
Интенсивная	22,1	11,1
НСР $_{05}$	$F_ф<F_{05}$	3,9

В 2022 г. выявлена обратная тенденция – превышение численности микромицетов по всему пахотному горизонту в почве под зерновыми культурами по сравнению с травами (рисунок 2).

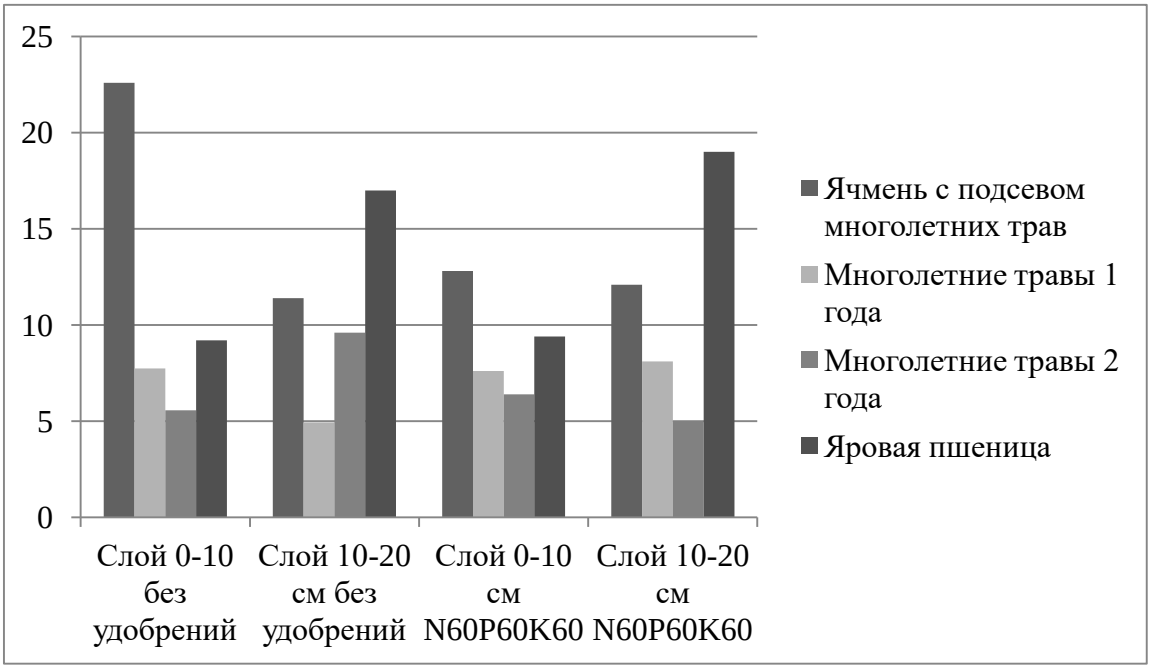


Рисунок 2 – Численность микромицетов в почве под различными культурами севооборота в 2022 году, тыс. КОЕ в 1 г воздушно-сухой почвы

В слое 0-10 см больше всего грибов обнаружено под посевами ячменя при экстенсивной и интенсивной технологиях возделывания – 22,6 тыс. КОЕ и 12,8 тыс. КОЕ соответственно; в слое 10-20 см – под яровой пшеницей. В варианте без удобрений численность микромицетов в почве под данной культурой составила 17 тыс. КОЕ в 1г воздушно-сухой почвы, при применении удобрений – 19 тыс. КОЕ. На вариантах с многолетними травами 1 г.п. и 2 г.п. количество грибов было ниже в 2-4 раза.

В целом необходимо отметить уменьшение численности микромицетов в вариантах опыта в 2022 г. по сравнению с 2021 г.

В 2021 году в комплексах микромицетов под посевами всех культур доминировали грибы *Aspergillus flavus,* что в большей степени могло быть обусловлено лучшей приспособленностью данного вида к засушливым и жарким условиям периода отбора почвенных проб. К часто встречающимся отнесен *Mucor hiemalis,* а также несколько других видов аспергиллов. В группу редких и единичных видов входили *Penicillium sp., Cladosporium herbarum, Phialophora sp*. и *Trichoderma viride*.

В 2022 г. комплексы выглядели иначе за счёт доминирования на всех вариантах опыта различных видов р. *Penicillium*, более типичных для дерново-подзолистых почв. *A. flavus* обнаружен только в почве под ячменем и многолетними травами. Другое отличие – это появление *Rhizopus sp.*, вида, близкородственного *M. hiemalis*, который, в свою очередь, встречался в исследуемой почве единично.

Также единично в оба года исследований встречались обычные для почв нашей зоны грибы р. *Trichoderma*.

Сравнение комплексов почвенных микромицетов при возделывании различных культур по экстенсивной и интенсивной агротехнологиям проведено с использованием коэффициента сходства Съеренсена-Чекановского.

В исследованиях 2021 г. значения коэффициента варьировали от 65% до 92%, что свидетельствует о том, что комплексы почвенных грибов практически были неразличимы, что может быть связано с массовым развитием аспергиллов в почве всех вариантов.

При определении коэффициента сходства Съеренсена-Чекановского в 2022 г. наибольшие различия отмечены при сравнении комплексов микромицетов под посевами многолетних трав 2 года пользования и пшеницы (31%), а также посевами ячменя (43%).

Выводы

При сравнении данных за два года исследований отмечено, что возделываемые сельскохозяйственные культуры оказывали влияние на численность и структуру комплексов почвенных микромицетов. Формирование этих различий можно объяснить физиолого-биохимическими особенностями растений, в том числе различным химизмом корневых депозитов, а соответственно и разным субстратом для развития грибов. При этом велика роль агротехнологических приемов, используемых при возделывании сельскохозяйственных растений.

Список источников

1. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология: учеб. пособие для вузов по спец. «Агрохимия и почвоведение» / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 219 с. – Текст: непосредственный.
2. Широких, А.А. Грибы в биомониторинге наземных экосистем / А.А. Широких, А.В. Колупаев // Теоретическая и прикладная экология. – 2009. – № 3. – С. 4-14. – Текст: непосредственный.
3. Свистова, И.Д. Распространение опасных для человека микромицетов при выращивании растений-подсластителей / И.Д. Свистова, Н.М. Кувшинова // Проблемы медицинской микологии. – 2015. – Т .17– № 4. – С. 69-71. – Текст: непосредственный.
4. Свистова, И.Д. Микробно-растительные ассоциации нетрадиционных сахароносов и продуцентов натуральных подсластителей/ И.Д. Свистова, Н.М. Кувшинова, Н.Н. Назаренко // Теоретическая и прикладная экология. – 2016. – №3. – С. 41-47. – Текст: непосредственный.
5. Колесникова, И.Я. Мониторинг микобиоты почв агроценозов Ярославской области при разных способах обработки и внесения удобрений / И.Я. Колесникова, Л.В. Воронин // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 3(55). – С.18-23.
6. Мэгарран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – Москва: Мир, 1992. – 184 с. – ISBN 5-03-002404-2. – Текст: непосредственный.

Научная статья
УДК 574.2:[631.5:631.42]

Оценка влияния технологий возделывания культур на состояние почвы методом биотестирования

канд. с.-х. наук, доцент П.А. Котяк
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. В работе приводят результаты исследований по оценке влияния технологий возделывания культур на состояние дерново-подзолистой глееватой почвы методом биотестирования. В качестве тест-объектов были выбраны растения: озимая рожь и редис. Условия, складывающиеся к концу вегетации культур способствуют повышению ингибирующих свойств почвы по сравнению с началом вегетации по всем изучаемым факторам опыта. Почва опытного участка отличается допустимой степенью токсичности почвенного образца в начале вегетации культур (ИТ составляет 11,12% в слое 0-20 см) и умеренной токсичностью – в конце вегетации культур (ИТ – 31,69% в слое 0-20 см). Сельскохозяйственные растения оказывают неодинаковое влияние на содержание физиолого-активных веществ в почве. Наименьшие значения индекса токсичности отмечаются при интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Оценка микробиологической токсичности почвы исследуемых вариантов опыта по всхожести семян тест-культуры показывает в основном низкий уровень микробного токсикоза: 86,72% – на индуцированных образцах, 83,20% – на контрольных образцах.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, сельскохозяйственные культуры, технологии возделывания, биотестирование

Assessment of the impact of crop cultivation technologies on the condition of the soil by the method of biotesting

Candidate of Agricultural Sciences, Docent P.A. Kotyak
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The paper presents the results of research to assess the impact of crop cultivation technologies on the state of sod-podzolic gleevate soil by biotesting method. Plants were selected as test objects: winter rye and radish. The conditions that develop by the end of the growing season of crops contribute to an increase in the inhibitory properties of the soil compared with the beginning of the vegetation for all the studied factors of the experiment. The soil of the experimental site is distinguished by the permissible degree of toxicity of the soil sample at the beginning of the growing season of crops (IT is 11.12% in the 0-20 cm layer) and moderate toxicity - at the end of the growing season of crops (IT is 31.69% in the 0-20 cm layer). Agricultural plants have an unequal effect on the content of physiologically active substances in the soil. The lowest values of the toxicity index are noted with intensive technology of cultivation of agricultural crops. The assessment of the

microbiological toxicity of the soil of the studied variants of the test culture seed germination experiment shows mainly a low level of microbial toxicosis: 86.72% - on induced samples, 83.20% – on control samples.

Keywords: sod-podzolic soil, agricultural crops, cultivation technologies, biotesting

Биотестирование – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих нарушением жизненно важных функций об изменениях в среде.

Биотестирование позволяет получить интегральную токсикологическую характеристику природных сред независимо от состава загрязняющих веществ, поскольку большая часть загрязняющих веществ, в связи с отсутствием оборудования, методик и стандартов, аналитически не определяется, в связи с чем методы биотестирования приобретают все большую популярность и внедряются повсеместно [1].

Одним из методов биотестирования, обладающим высокой чувствительностью, универсальностью, интегральностью и простотой является метод биотестирования с применением растений – фитотестирование [2]. Итоговым результатом определения токсичности по тест-растению является изменение в формировании корневой системы, морфологических характеристик надземной части растения, биомассе (общей и отдельных органов растения).

Таким образом, целью исследований являлось провести оценку влияния технологий возделывания культур на состояние почвы методом биотестирования.

В задачи исследования входило: оценить влияние технологий возделывания культур на состояние почвы методом биотестирования; выявить влияние технологий возделывания на продуктивность полевых культур; установить взаимосвязь урожайности с показателями токсичности; определить экономическую эффективность технологий возделывания.

Методика

Исследования проводились в 2022 г. в 2-факторном стационарном полевом опыте, заложенный методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 3-х кратная.

Схема 2-х факторного стационарного полевого опыта (6 × 3)

Фактор А – культура севооборота: 1. Ячмень с подсевом многолетних трав. 2. Многолетние травы 1 г.п. 3. Многолетние травы 2 г.п. 4. Озимые / яровые зерновые. 5. Однолетние травы. 6. Яровая пшеница.

Фактор В – технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без удобрений и без пестицидов.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), солома, последний укос многолетних трав, навоз.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

В опыте использовались следующие сорта культур: вика посевная яровая «Льговская 22»; овёс яровой «Кречет»; клевер луговой «Дымковский»; тимофеевка луговая «Ярославская 11»; ячмень яровой «Яромир».

Внесение удобрений и обработки почв проводились согласно приведенным описаниям в технологиях возделывания.

Органические удобрения: применялась солома от предшествующих яровой пшеницы и ячменя по вариантам и заделывалась первыми обработками под культуры. Внесение комплексного минерального удобрений (азофоска) на вариантах с интенсивной технологией выращивания полевых культур в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

В 2022 году применялся гербицид Агритокс в норме 1,0 л/га. Опрыскивание посевов в фазе кущения культуры до выхода в трубку весной. Расход рабочей жидкости – 300 л/га.

При проведении исследований использовались следующие методики: для определения токсического состояния почвы использовали метод почвенных пластинок. Степень токсичности почвы определяли по количеству проросших семян, длине проростков, а также количеству и длине корней тест-культуры (озимая рожь). Контролем служили растения, развивающиеся на смоченной водой фильтровальной бумаге [3]. Микробный токсикоз почвы определяли с помощью метода инициированного микробного сообщества (ИМС) по В.С. Гузеву. Использовали в качестве тест-объекта горчицу белую. По проценту всхожести выделяются три степени микробного токсикоза: низкая – всхожесть 76% и выше, средняя – от 50 до 75% и высокая – 49% и ниже [4]. Урожайность всех полевых культур учитывали сплошным поделяночным методом с пересчётом на абсолютную чистую продукцию и стандартную влажность зерна 14% и зелёной массы – 60%. Для статистической обработки экспериментальных данных использовали программы «DISANT», «MicrosoftExcel».

Результаты

Достоверность различий между контрольными и опытными вариантами оценивалась по индексу токсичности [5]. Индекс токсичности (Т) величина, выраженная в процентах или в долях от единицы (безразмерная). Представляет собой отношение разности контрольного значения показателя биотестирования и тестируемого значения показателя биотестирования к контрольному значению показателя биотестирования. Методика допускает три пороговых уровня индекса токсичности: допустимая степень токсичности образца: Т = 0-25; образец умеренной токсичности: Т = 26-70; образец высоко токсичен: Т > 71.

Как показывают результаты исследований, почва опытного участка отличалась допустимой степенью токсичности в начале вегетации культур (индекс токсичности в целом по пахотному горизонту составляет 11,12%) и умеренной токсичностью в конце вегетации культур (индекс токсичности в целом по пахотному горизонту составляет 31,69%).

С/х культуры оказывали неодинаковое влияние на содержание физиолого-активных веществ в почве. Токсичность почвы изменялась с течением вегетационного периода и увеличилась к концу вегетации (рисунки 1 и 2).

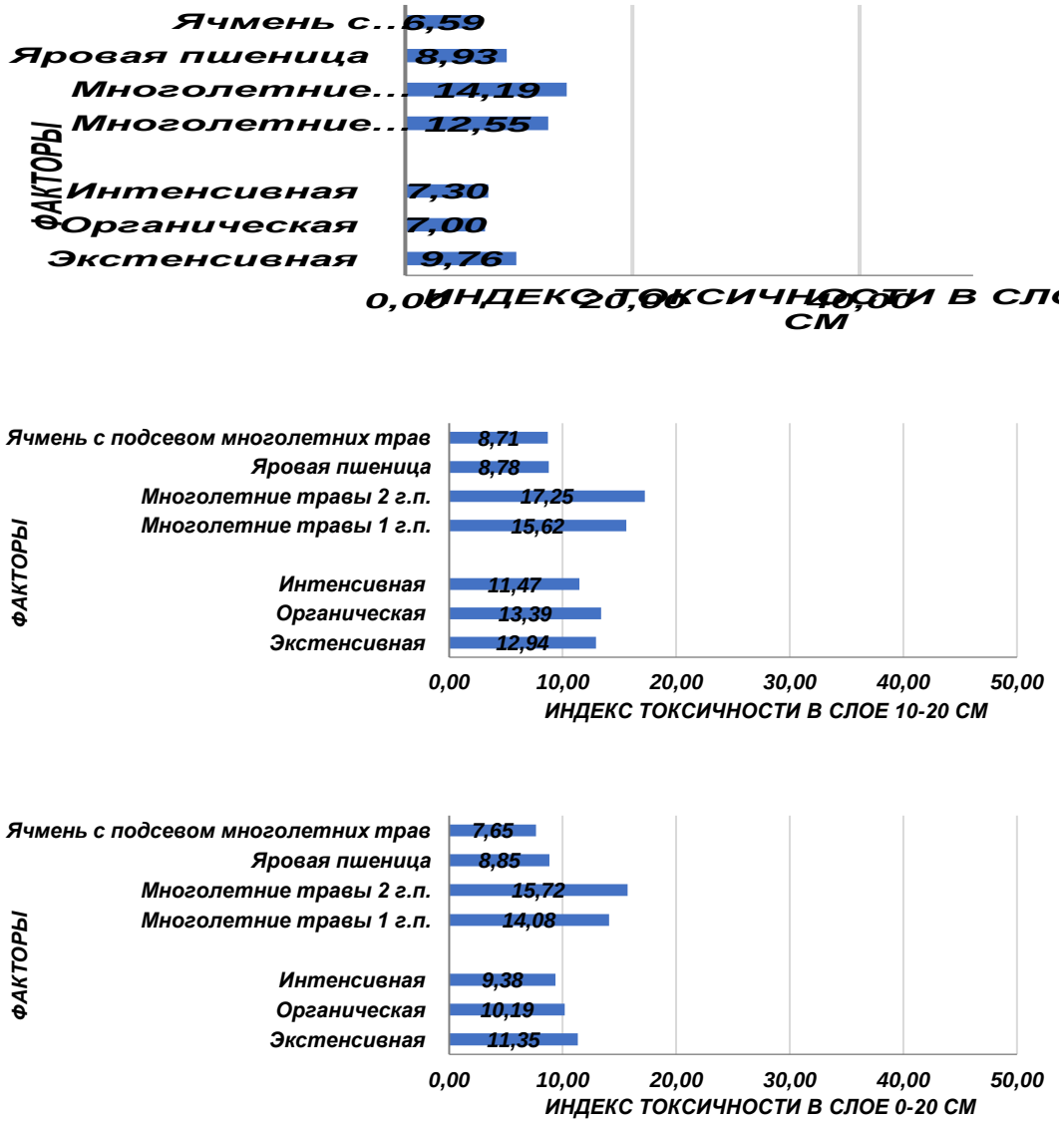


Рисунок 1 – Изменение общей токсичности (по индексу токсичности) в зависимости от изучаемых факторов в начале вегетации культур по слоям, %

Анализ данных токсичности почвы под изучаемыми культурами показал, что наиболее высокий уровень токсичности почвенных образцов в начале вегетации (в слое 0-10 см – 14,19%; в слое 10-20 см – 17,25%) отмечался на вариантах с многолетними травами 2 г.п. Это может быть связано с большим выделением фитотоксичных веществ изучаемой культурой в начальный период вегетации.

Наибольший фитотоксический эффект к концу вегетации наблюдался под яровой пшеницей и ячменём. Максимальное содержание физиологически

токсичных веществ накапливалось в корневых выделениях яровой пшеницы. Меньше всего был уровень токсичности почвы под многолетними травами.

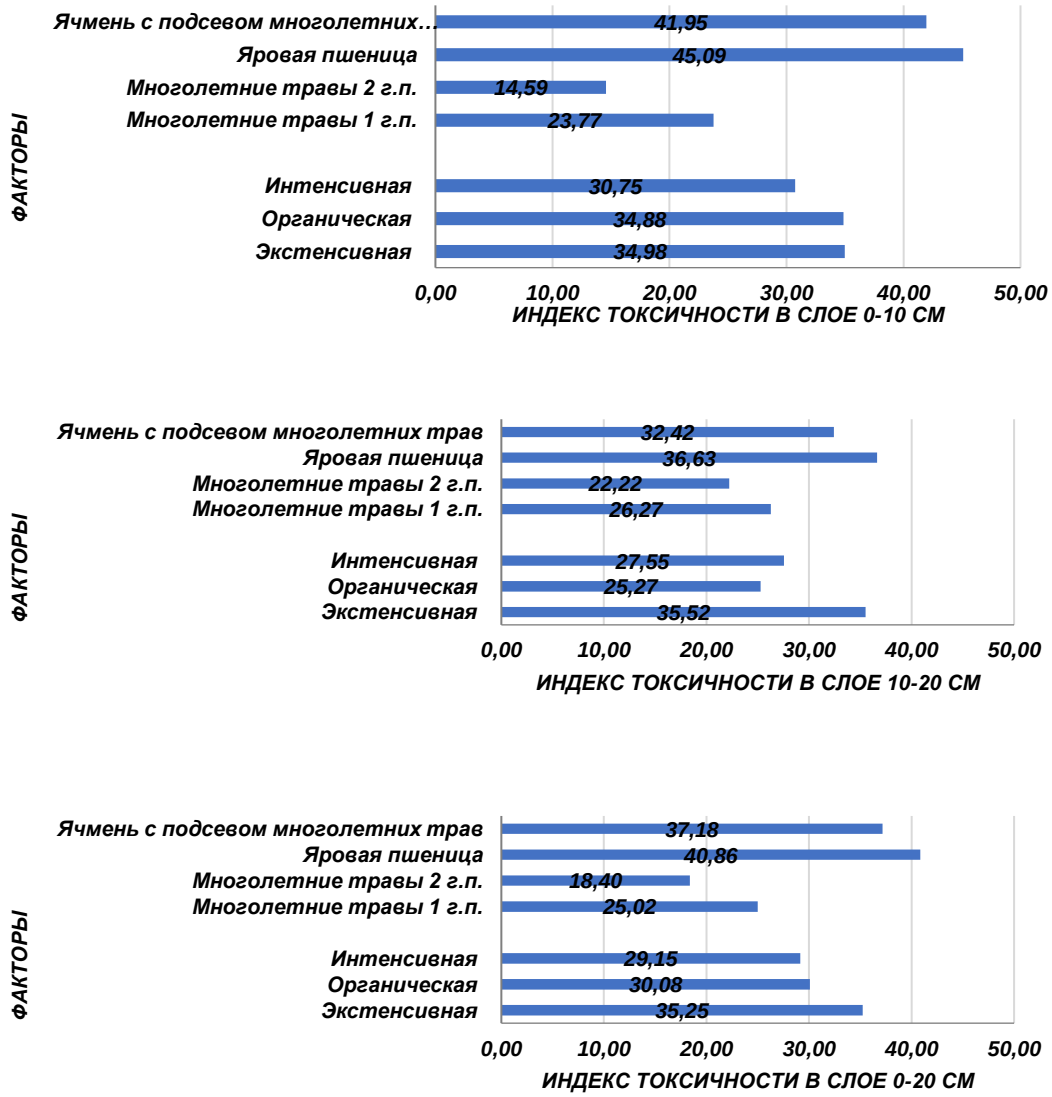


Рисунок 2 – Изменение общей токсичности (по индексу токсичности) в зависимости от изучаемых факторов в конце вегетации культур по слоям, %

Расчет роли технологий возделывания культур в изменении ИТ почвенных образцов позволил установить, что изучаемые технологии не вызывали существенных изменений общей токсичности. ИТ варьировал в целом по пахотному горизонту в первый период – 9,38-11,35%, во второй период – 29,15-35,25%. Следует отметить, что наименьшие значения ИТ отмечались при интенсивной технологии возделывания с/х культур, что может быть связано с большим содержанием органического вещества и более интенсивной биологической активностью.

Плодородие почвы также неразрывно связано с жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, и все агрономические мероприятия оказывают

существенное влияние на её микрофлору. Именно почвенные организмы разлагают органические вещества, образовавшиеся в наземной экосистеме при фотосинтезе, и снабжают растения доступными ресурсами. В то же время микроорганизмы, особенно почвенные микомицеты, способствуют накоплению в почве микотоксинов.

Токсикоз почв воздействует угнетающим образом на прорастание семян и развитие растений в ювенильной фазе [6].

Оценка микробиологической токсичности почвы исследуемых вариантов опыта по всхожести семян тест-культуры показала в основном низкий уровень микробного токсикоза: 86,72% – на индуцированных образцах, 83,20% – на контрольных образцах (таблица 1), что говорит о благоприятном фитосанитарном состоянии.

Таблица 1 – Характеристика микробного токсикоза почвы по всхожести тест-культуры, %

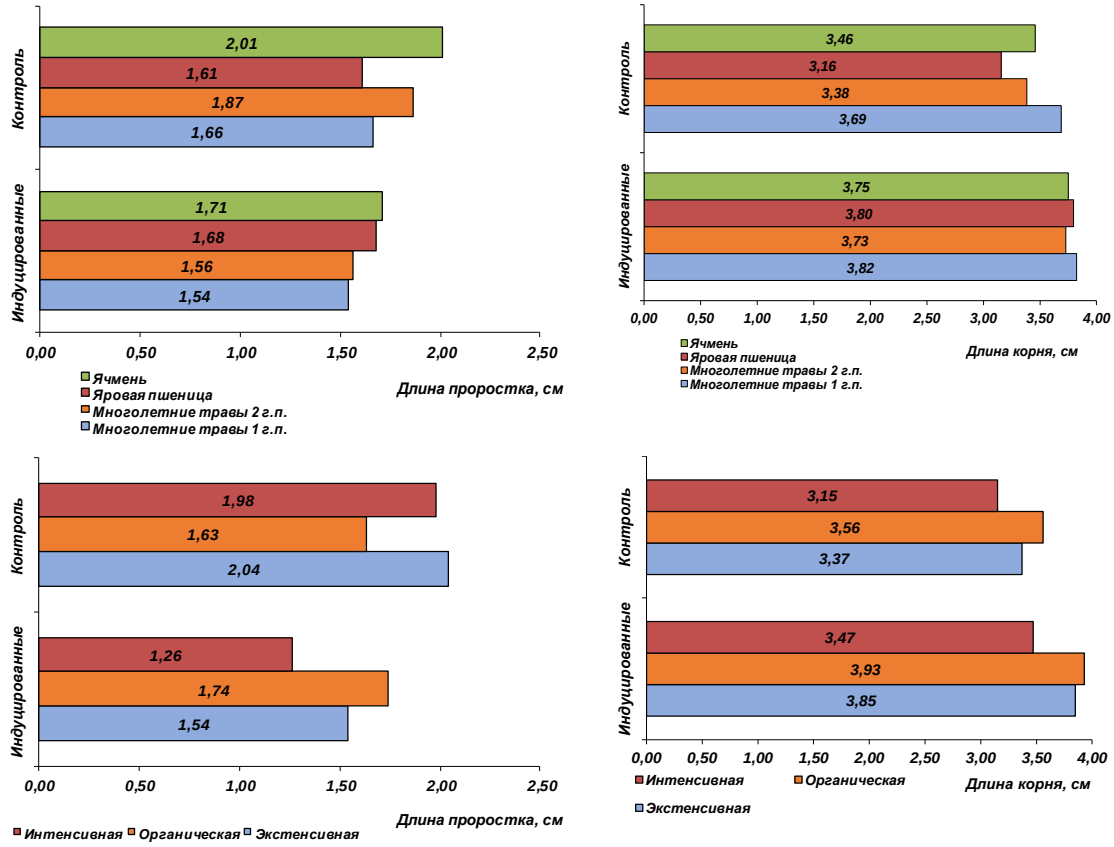
Вариант	Индуцированные			Контроль		
	Слой почвы, см					
	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
Фактор А. Культура севооборота						
Многолетние травы 1 г.п.	90,13	85,87	88,00	82,93	80,27	81,60
Многолетние травы 2 г.п.	91,11	84,89	88,00	84,89	88,89	86,89
Яровая пшеница	90,67	87,07	88,87	84,27	77,47	80,87
Ячмень	76,00	89,07	82,53	86,13	83,73	84,93
Фактор В. Технология возделывания культур						
Экстенсивная	86,67	85,67	86,17	86,33	78,00	82,17
Органическая	82,33	80,33	81,33	83,00	80,17	81,58
Интенсивная	87,11	91,56	89,33	84,44	87,11	85,78

Рассматривая показатели всхожести семян редиса в зависимости от изучаемых культур, то можно отметить, что провокации развития токсикогенных форм микроорганизмов, особенно гидролитиков, не проявлялось.

Установлена зависимость показателей всхожести семян редиса от технологий возделывания культур: интенсивная технология меньше всего провоцировала развитие микробного токсикоза как по слоям, так и в целом в пахотном горизонте.

Анализ данных, полученных в результате измерения длины проростка и корня тест-культуры (рисунок 3), показал, что значения регистрировались аналогично всхожести, т.е. микробный токсикоз на индуцированных вариантах не наблюдался.

Продуктивность с/х культур является одним из основных показателей, определяющих эффективность различных технологий возделывания.



а) *б)*

Рисунок 3 – Микробный токсикоз. Средние показатели длины проростка (а) и длины корня (б) тест-культуры (слой 0-20 см)

Наибольший выход кормовых единиц отмечался при выращивании многолетних трав 2 г.п. 51,06 ц к. ед./га. Наименьшие значения показателя наблюдались при возделывании яровой пшеницы – 10,41 ц к. ед./га.

Применение интенсивной технологии возделывания полевых культур обусловило увеличение продуктивности на 4,84 ц к. ед./га в сравнении с экстенсивной технологией. Но изменения носили характер тенденции.

Урожайность полевых культур определяется множеством внешних и внутренних факторов, но основным из них является почвенное плодородие. Как показал корреляционно-регрессионный анализ продуктивность выращиваемых культур находится в прямой корреляционной зависимости от общей токсичности почвы в начале вегетации и в обратной – в конце вегетации растений (таблица 2). Прослеживалась средняя и сильная связь продуктивности культур с индексом токсичности почвы.

Применение интенсивной технологии дало прибавку урожая зерна яровой пшеницы (0,43 ц/га) по сравнению с экстенсивной технологией. Поэтому наименьшая себестоимость продукции отмечалась при проведении экстенсивной технологии возделывания культур – 1532,82 руб./ц. Наибольший чистый доход отмечался также по данному варианту – 9005,75 руб./га. Низкий чистый доход с 1 га по интенсивной технологии возделывания культур по яровой пшенице, т.к. высокие производственные затраты на 1 га. Поэтому

интенсивная технология оказалась убыточной (уровень рентабельности -5,35%) и с низкой окупаемостью дополнительных затрат (12,06 руб.).

Таблица 2 – Связи между показателями токсичности почвы и урожайностью полевых культур

Связи между показателями	Показатели линейной корреляции		
	уравнение регрессии	коэффициент корреляции	квадрат коэффициента корреляции
Связь между индексом токсичности (слой 0-10 см) и урожайностью полевых культур, в начале вегетации	y = 0,1488x + 6,2407	0,396355	R^2 = 0,1571
Связь между индексом токсичности (слой 10-20 см) и урожайностью полевых культур, в начале вегетации	y = 0,1957x + 6,913	0,450718	R^2 = 0,2031
Связь между индексом токсичности (слой 0-20 см) и урожайностью полевых культур, в начале вегетации	y = 0,1722x + 6,5768	0,548006	R^2 = 0,3003
Связь между индексом токсичности (слой 0-10 см) и урожайностью полевых культур, в конце вегетации	y = -0,7561x + 53,134	-0,74011	R^2 = 0,5478
Связь между индексом токсичности (слой 10-20 см) и урожайностью полевых культур, в конце вегетации	y = -0,3501x + 39,405	-0,48296	R^2 = 0,2332
Связь между индексом токсичности (слой 0-20 см) и урожайностью полевых культур, в конце вегетации	y = -0,5531x + 46,27	-0,70965	R^2 = 0,5036

Однако возделывание многолетних трав по интенсивной технологии привело к увеличению чистого дохода на 27282,68 руб./га, что связано с получением прибавкой урожая на 75,28 ц/га зеленой массы трав. По остальным экономическим показателям отмечалась аналогичная динамика, как и при яровой пшенице.

Таким образом, проведенные нами расчеты сравнительной экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции по двум технологиям позволяют сделать вывод о экономической эффективности экстенсивной технологии. Причина более высоких экономических показателей на данном варианте заключалась в более низких затратах на 1 га (примерно в 1,57 раза на яровой пшенице, в 2,23 раза – на многолетних травах), по сравнению с интенсивной, где большие затраты связаны с приобретением и внесением минеральных удобрений, средств защиты растений, а также с уборкой и транспортировкой бóльших объемов продукции, что отразилось на ее себестоимости.

Выводы

Таким образом, снижению значений индекса токсичности, а значит снижению токсических свойств дерново-подзолистой глееватой почвы, способствует интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур, также обуславливает увеличение продуктивности на 4,84 ц к. ед./га в сравнении с экстенсивной технологией.

Список источников

1. Дятлов С.Е. Роль и место биотестирования в комплексном мониторинге загрязнения морской среды // Экология моря. – 2000. – вып. 51. – С. 83-87.
2. Фитотестирование в оценке токсичности городских почв / А.В. Прусаченко, Е.П. Проценко, С.Ю. Миронов [и др.]. // Экология урбанизированных территорий. – 2010 – № 2 – С. 105-109.
3. Звягинцев Д.Г. Биология почв: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510700 «Почвоведение» и специальности 013000 «Почвоведение» / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2005 (ООО Алмаз). – 445 с. – ISBN 5-211-04983-7.
4. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология: Учебник. / Т.Г. Мирчинк. – М.: Изд-во МГУ 1988 – 220 с – ISBN 5-211-00157-5.
5. Котяк П.А. Оценка токсичности дерново-подзолистой почвы в зависимости от применяемых агроприемов / П.А. Котяк, Е.В. Чебыкина, А.Н. Воронин // Актуальные проблемы природообустройства, водопользования, агрохимии, почвоведения и экологии: материалы Всероссийской (национальной) конференции, посвященная 90-летию гидромелиоративного факультета ОмСХИ (факультета водохозяйственного строительства ОмГАУ), 55-летию факультета агрохимии и почвоведения, 105-летию профессора, доктора географических наук, заслуженного деятеля науки РСФСР Мезенцева Варфоломея Семеновича. 2019. – С. 696-702.
6. Развитие зерновых культур при токсикозе почв / Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова, В.С. Шалаев [и др.]. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (52). – С. 54-59.

Научная статья
УДК 631.81: 631.11

Удобрение КАС-двойной эффект при развитии сельхоз-культур через корни и листья применением специальной техники

доктор техн. наук, профессор В.А. Милюткин;
канд. с.-х. наук, доцент О.А. Блинова;
канд. тех. наук, доцент С.П. Кузьмина;
канд. с.-х. наук, доцент А.В. Казарина
(ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Кинель, Россия)

Аннотация. В научной статье на основе инновационного жидкого азотного минерального удобрения КАС - карбамидно-аммиачной смеси с его действием пролонгированно по усвоению растениями разных форм азота, с

повышением урожайности сельхозкультур и качества продукции, рассматривается комплекс многофункциональный «Туман…» Самарского предприятия «Пегас-Агро» для различных технологий внесения КАС-опрыскивателями и мульти-инжектором. Комплекс «Туман…» представляет для агрохимических работ в АПК успешное инженерно-технологическое решение, что полностью отвечает национальным требованиям «импорто-замещения», что подтверждают результаты полевых исследований Самарского ГАУ по оценке его эффективности с повышением урожайности озимой пшеницы свыше 15% с качеством не ниже III класса. Не случайно на сельхоз-выставке «Золотая осень-2022» агрегат «Туман» вызвал особый интерес у председателя Правительства М.В. Мишустина, а новый завод в г. Самаре, построенный в 2022 году, в 2023 г. посетил с положительными отзывами зам. пред. Правительства, министр промышленности Д. Мантуров.

Ключевые слова: Сельхоз-культуры, продуктивность, удобрения, жидкие, КАС, технологии, техника, «Туман…», «Пегас-Агро»

CAS fertilizer is a double effect in the development of agricultural crops through roots and leaves using special equipment

Doctor of Technical Sciences, Professor V.A. Milyutkin;
Candidate of Agricultural Sciences, Docent O.A. Blinova;
Candidate of Technical Sciences, Docent S.P. Kuzmina;
Candidate of Agricultural Sciences, Docent A.V. Kazarina
(FSBEI HE Samara SAU, Kinel, Russia)

Abstract. In the scientific article, based on the innovative liquid nitrogen mineral fertilizer CAS - carbamide-ammonia mixture with its action prolonged by the assimilation of different forms of nitrogen by plants, with an increase in the yield of agricultural crops and product quality, the multifunctional complex "Fog ..." of the Samara enterprise "Pegas-Agro" for various technologies of application of CAS sprayers and multi- the injector. The "Fog..." complex represents a successful engineering and technological solution for agrochemical work in the agro-industrial complex, which fully meets the national requirements of "import substitution", which is confirmed by the results of field studies of the Samara State Agrarian University to assess its effectiveness with an increase in winter wheat yield of over 15% with a quality not lower than class III. It is no coincidence that at the agricultural exhibition "Golden Autumn-2022" the Fog unit aroused special interest from the Prime Minister M.V. Mishustin, and the new plant in Samara, built in 2022, was visited by the deputy chairman in 2023. Government, Minister of Industry Denis Manturov.

Keywords: Agricultural crops, productivity, fertilizers, liquid, CAS, technologies, machinery, "Fog...", "Pegasus-Agro"

Методика

Известна определяющая роль азота-N для развитии растений [1-3], который имея условно три формы [4], оказывает положительный эффект на

урожайность и качество продукции за счет пролонгированного действия. Из известных азотных удобрений только жидкие удобрения КАС, которые были изобретены в 1981 году и считаются инновационными, в своем составе на основе карбамидно-аммиачной смеси имеют три формы азота, что могут обеспечить управляемое, стимулирующее их действие на рост и развитие сельхоз-культур в процессе вегетации, тем самым оказать более эффективное действие данного азотного удобрения с повышением урожайности и качества продукции. В производстве применяются несколько марок КАС: КАС-32 (N-32%), КАС-30 (N-30%), КАС-28 (N-28%), КАС+S (N-26%%, S-3,6%). При чем в КАС различные формы азота-N содержатся в следующем составе: нитратного азота – NO_3 – 8%, аммонийного – NH_4 – 8%, амидного – NH_2 – 16%. На рисунке 1 показано, что нитратный азот-NO_3 сразу поступает в растение через корни, а аммонийный-NH_4 бактериями почвы сначала переводится в нитратную форму и поступает в растение, амидный - NH_2 проходит две стадии – сначала он переводится в аммонийный азот, а затем в нитратный, который в итоге поглощается корнями растения. Однако только амидный азот может поступать в растение также и через листья, что очень важно.

NH_2 → NH_4		NH_4 → NO_3	
2°C	– 4 дня	5°C	– 6 недель
10°C	– 2 дня	8°C	– 4 недели
20°C	– 1 день	10°C	– 2 недели
		20°C	– 1 неделя

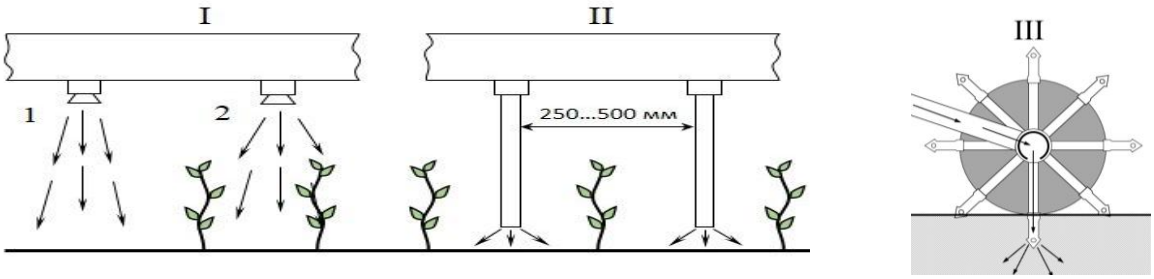
Рисунок 1 – Преобразование форм азота

Изучив технологические и физико-химические свойства КАС, нами предлагаются технологии с системой соответствующих машин и оборудования для его эффективного внесения (рисунок 2) [5-9]:

I – опрыскиватели с крупнокапельными многоструйными или дефлекторными форсунками с внесением КАС: 1 – на поверхность почвы-внекорневая подкормка; 2 – на растения и от растений на поверхность почвы-комплексная листовая и внекорневая подкормки;

II – опрыскиватели с шлангами-удлинителями на поверхность почвы-внекорневая подкормка;

III – мульти-инжектор – внутрипочвенное, инъекторное внесение.



а) б)

Рисунок 2 – Технологические схемы внесения жидких минеральных удобрений комплексами ООО «Пегас-Агро»:
а) опрыскивателем форсунками и шланги удлинителями; б) мульти-инжектором

При исследованиях Самарский ГАУ использовал технический комплекс многофункциональный «Туман…» ООО «Пегас-Агро» (г. Самара) (рисунок 3) [7].

Рисунок 3 – Комплекс машин «Туман…» ООО «Пегас-Агро»

Первой и основной машиной комплекса «Туман» является штанговый опрыскиватель шириной захвата 28 метров для применения средств защиты растений и внесения жидких азотных минеральных удобрений КАС (рисунок 4).

Рисунок 4 – Самоходный опрыскиватель «Туман-2»

Второй машиной для внутрипочвенного инъекторного внесения КАС является мульти-инжектор «Туман-2М» (рисунок 5)

Рисунок 5 – Мульти-инжктор «Туман-2М» для внутрипочвенного внесения жидких удобрений-КАС

Результаты

В исследованиях 2022 года благоприятного по увлажнению, осадков выпало 580,4 мм, по оценке эффективности инновационного мульти-инжектора «Туман-2М» в сравнении с опрыскивателем «Туман-2» при внесений азотных жидких удобрений КАС+S с микроэлементами в фазу кущения озимой пшеницы показали прибавку урожайности относительно контроля с 51,7 до 78,5 ц/га или рост урожайности составил 52% (рисунок 6).

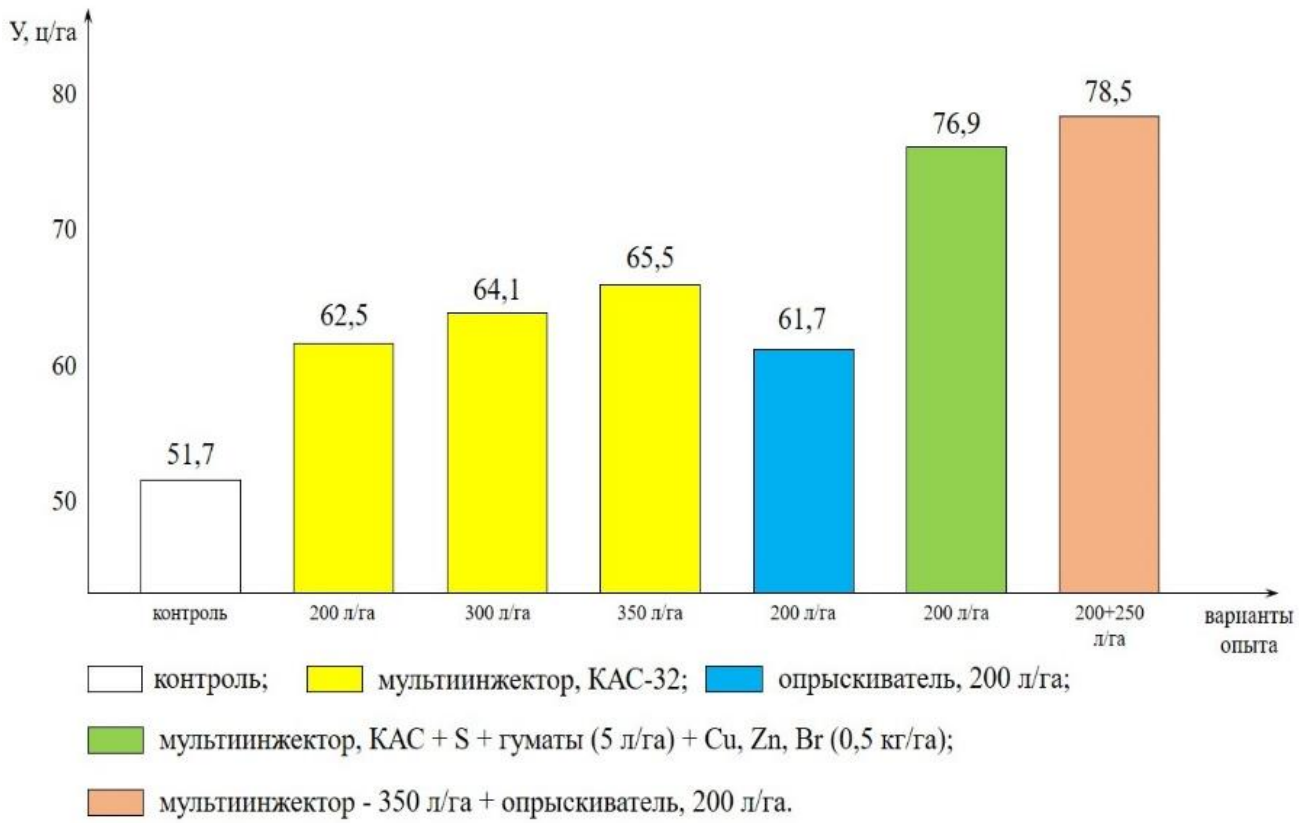


Рисунок 6 – Урожайность (ц/га) озимой пшеницы «Базис» при применении жидких минеральных удобрений КАС+S техникой ООО «Пегас-Агро»: поверхностно в фазу кущения опрыскивателем (О), внутри-почвенно мульти-инжектором (М) и совместно (О+М) по сравнению с контролем – без удобрений

В целом при подкормке озимой пшеницы жидкими удобрениями КАС+S в фазу кущения мульти-инжектором урожайность по сравнению с контролем возросла с 51,7 до 65,5 ц/га (рисунок 3) – или на 26,7%, при добавлении в КАС+S гумата калия-5л/га и микроэлементов – Gu, Zn, Br по 0,5 кг/га урожайность пшеницы возросла до 76,9 ц/га или на 48,7 %. Также изучался эффект от баковых смесей КАС с использованием мезо-и микроудобрений при внесении КАС+S мульти-инжектором внутри-почвенно и поверхностно опрыскивателем практически двойной нормой 250+200 л/га КАС+S для определения влияния КАС на повышение урожайности озимой пшеницы. При этом была получена самая высокая урожайность - 78,5 ц/га, что на 51,8% выше контроля и выше (значительно) рекордно высокой средней по Самарской области урожайности озимой пшеницы – 44,2 ц/га на 424 тысячах гектаров по итогам 2022 года.

В настоящее время ООО «Пегас-Агро» выпускает агрегаты «Туман…» в объеме более 1500 комплексов в год для всех известных и прогрессивных технологий (рисунок 4) внесения КАС. ООО «Пегас-Агро» сегодня перешел на новые более прогрессивные комплексы (рисунок 7) [10-11].

а) б)

Рисунок 7 – Новая модель мульти-инжектора «Туман-3М» (а) и штангового опрыскивателя «Туман-3» (б) ООО «Пегас-Агро» (г. Самара)

Выводы

1. Производимый в России инновационные удобрения КАС на основе карбамидно-аммиачной смеси, содержащие три формы азота с пролонгирующим действием, обеспечивают питание сельхоз-культур как через корни, так и через листья, что способствует повышению урожайности.

2. С учетом специфических, химических свойств КАС (32,30,28,+S) с возможным «ожогом» растений при его внесении, необходимы специально-оборудованные крупнокапельными форсунками или шлангами удлинителями опрыскиватели и машины для инъекторного внесения – мульти-инжекторы, в частности эффективен и широко применяется в АПК России агрохимический многофункциональный комплекс «Туман» ООО «Пегас-Агро» (г. Самара).

3. Даже при достаточном влаго-обеспечении (2022 г.) жидкие удобрения КАС-32 в сравнении с твердыми удобрениями-аммиачная селитра обеспечили прибавку урожая озимой пшеницы (в опытах сорт «Базис») на 20% с 51,7 до 61,7 и 62,5 ц/га, при использовании КАС+S с микроэлементами при азотном эквиваленте урожайность возрастала до 76,9 ц/га или почти на 50%.

Список источников

1. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. 2020. № 6. С. 3-13.
2. Милюткин В.А., Милюткин А.В., Золатарев И.Н. и др. Нужны неотложные меры по воспроизводству плодородия почв // Земледелие. 1998. № 6. С. 16-17.
3. Алферов А.А. Ассоциативный азот, урожай и устойчивость агроэкосистемы. – М.: РАН. 2020.184 с.
4. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г., Богомазов С.В. Преимущество жидких минеральных удобрений на базе КАС-32 по сравнению с твердыми-аммиачная селитра – на подсолнечнике и кукурузе // Нива Поволжья. 2020. № 3 (56). С. 73-79.
5. Милюткин В.А., Макушин А.Н., Длужевский Н.Г. и др. Повышение эффективности производства сельхозкультур в засушливых климатических условиях применением жидких минеральных удобрений // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса. Сб. материалов Международной научно-практической конференции. с. Соленое Займище. 2020. С. 186-191.

6. Милюткин В.А. Милюткин В.А., Толпекин С.А., Длужевский Н.Г., Длужевский О.Н. Жидкие азотные и азото-серосодержащие удобрения на базе КАС-эффективная альтернатива твердым минеральным удобрениям // Проблемы современной аграрной науки. Материалы международной научной конференции. Красноярск. 2020. С.71-74.
7. Милюткин В.А., Длужевский Н.Г., Цирулев А.П., Попов А.В. Исследование эффективности инновационной технологии внесения жидких удобрений КАС внутрипочвенно и поверхностно агрегатами «Пегас-Агро» // Актуальные вопросы агропромышленного комплекса России и за рубежом. Материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 85-летию со дня рождения Заслуженного работника высшей школы РФ, профессора, доктора сельскохозяйственных наук Хуснидинова Шарифзяна Кадировича. Молодёжный. 2021. С. 114-121.
8. Милюткин В.А., Сысоев В.Н., Шахов В.А., Длужевский Н.Г. Технико-технологическое обеспечение эффективного внесения на пропашных культурах жидких азотных и азото-серосодержащих удобрений на базе КАС-32 // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург. 2019. №5 (79). С. 149-152.
9. Милюткин В.А. Инновационные техника и технологии применения жидких удобрений КАС в регионах с недостаточным увлажнением при прогнозируемом глобальном потеплении: Монография / В.А. Милюткин. –. Кинель. 2021 С. 181.
10. Милюткин В.А. Эффективность универсального многофункционального модульного комплекса «Туман» ООО «Пегас-Агро» при возделывании озимой пшеницы / В.А. Милюткин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. Ижевск. 2023. № 1 (73). С. 54-62.
11. Милюткин В.А., Милехин А.В., Длужевский Н.Г., Сысоев В.Н., Макушин А.Н. Инновационные технологии, удобрения и специальные комплексы машин для выращивания яровой пшеницы высокой классности / В.А. Милюткин, А.В. Милехин, Н.Г. Длужевский, В.Н. Сысоев, А.Н. Макушин // Сурский вестник. 2023. № 1 (21). С. 28-32.

Научная статья
УДК633.15:631.81/86

Удобрение Наногрин и регулятор роста Биоглобин в посевах кукурузы

канд. с.-х. наук, доцент В.Н. Рыбина;
аспирант А.А. Миличенко; магистрант С.С. Зеленский
(ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, Россия)

Аннотация. Изучено раздельное и совместное действие микроудобрения Наногрин и регулятора роста Биоглобин, применяемых в фазу 3-4 листьев и в фазу 6-8 листьев, а также применение данных препаратов на фоне макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$.Выявлены особенности формирования урожая и его

структуры в зависимости от некорневых обработок растений кукурузы микроудобрением и регулятором роста и основного внесения макроудобрений.

Установлено, что при комплексном действии изучаемых факторов: макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$, микроудобрения Наногрин и стимулятора роста Биоглобин получен наиболее высокий дополнительный урожай зерна кукурузы - 2,1 т/га

Ключевые слова: макро- и микроудобрения, регулятор роста, кукуруза, урожайность, качество зерна, сырой протеин, крахмал

Fertilizer Nanogreen and growth regulator Bioglobin in corn crops

Candidate of Agricultural Sciences, Docent V.N. Rybina;
Postgraduate Student A.A. Milichenko; master's student S.S. Zelensky
(SEI HE LPR LSAU, Lugansk, Russia)

Abstract. Separate and combined effects of microfertilizer Nanogreen and growth regulator Bioglobin, used in the 3-4 leaf phase and 6-8 leaf phase, as well as the use of these drugs against the background of $N_{60}P_{45}K_{45}$ macrofertilizers, were studied. Features of crop formation and its structure depending on foliar treatments of plants were studied. corn with microfertilizer and growth regulator and the main application of macrofertilizers.

It has been established that with the combined action of the studied factors: $N_{60}P_{45}K_{45}$ macrofertilizers, Nanogreen microfertilizer and Bioglobin growth stimulator, the highest additional yield of corn grain was obtained - 2.1 t/ha.

Keywords: macro- and microfertilizers, growth regulator, corn, crude protein yield, starch

Микроудобрения вместе с основными удобрениями имеют большое значение для увеличения производства высококачественной сельскохозяйственной продукции. При выращивании интенсивных сортов и гибридов применение микроудобрений высокоэффективно не только на почвах с низкой обеспеченностью, но и на среднеобеспеченных одноименным микроэлементом. Однако при решении вопроса о внесении микроудобрений, необходимо знать, какой они могут дать результат на фоне высокой культуры земледелия при применении макроудобрений [2]. Регулирование роста и развития растений при помощи физиологически активных веществ позволяет оказывать направленное воздействие на отдельные этапы онтогенеза с целью мобилизации генетических возможностей растительного организма и, в конечном итоге, повышать продуктивность и качество урожая сельскохозяйственных культур [1].

Одним из наиболее новых соединений, влияющих на регуляцию роста растений является препарат Биоглобин. В его состав входит водносолевой экстракт из плаценты сельскохозяйственных животных после специальной химической обработки тканей. Его преимущество перед другими регуляторами роста – органическое происхождение и безопасность, т.к. изготавливается из

животных компонентов, благодаря чему не накапливает никаких токсинов и не вызывает отравления.

Поэтому изучение комплекса факторов, определяющих продуктивность кукурузы, в частности, применение макроудобрений в виде основного внесения, использования микроудобрений совместно со стимулятором роста для некорневой подкормки растений, как элементов технологий выращивания, с учетом экономической эффективности в условиях степной зоны Луганской Народной республики является актуальным.

Цель и задачи. Целью исследований являлось изучение раздельного и совместного применения микроудобрений и стимуляторов роста без макроудобрений и с внесением макроудобрений на урожайность зерна кукурузы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние взаимодействия макро- и микроудобрений и стимуляторов роста на содержание протеина и крахмала в зерне кукурузы;
- выявить особенности формирования урожая и его структуры в зависимости от некорневых обработок растений кукурузы микроудобрениями и стимулятором роста и основного внесения макроудобрений.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили на опытном поле ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ в 2021-2022 гг. Полевой опыт по изучению отзывчивости кукурузы на микроудобрение и регулятор роста заложен в полевом севообороте при следующем чередовании культур: черный пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень – подсолнечник.

Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным малогумусным слабоэродированым тяжелосуглинистого механического состава.

Опыт заложен методом рендомизированных повторений. Общая площадь делянки 56 м^2. Технология возделывания кукурузы общепринятая для зоны. Высевали гибрид кукурузы Краснодарский 292 АМВ.

Схема опыта:

Без применения макроудобрений

1. Контроль
2. Биоглобин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев
3. Наногрин, 1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев + 2,0 л/га в фазу 6-8 листьев
4. Наногрин + Биоглобин, 1,0+0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев; 2,0+0,5 л/га в фазу 6-8 листьев

$N_{60}P_{45}K_{45}$

1. Контроль
2. Биоглобин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев
3. Наногрин, 1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев + 2,0 л/га в фазу 6-8 листьев
4. Наногрин + Биоглобин, 0,3+1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев; 0,5+1,0 л/га в фазу 6-8 листьев

Минеральные удобрения $N_{60}P_{35}K_{45}$ вносили осенью под вспашку. Из минеральных удобрений применяли мочевину (46% азота), суперфосфат простой гранулированный (19,5% P_2O_5) и хлористый калий (60% K_2O). При севе вносили P_{10} в виде гранулированного суперфосфата. Некорневые подкормки проводили микроудобрением Наногрин дважды за вегетационный период в фазы 3-4-х листьев (1,0 л/га) и в фазу 6-8 листьев (2,0 л/га).

Стимулятор роста растений Биоглобин также применяли для некорневой обработки дважды за вегетацию: в фазу 3-4-х листьев (0,3 л/га) и в фазу 6-8 листьев (0,5 л/га). Внесение осуществляли ручным опрыскивателем.

Согласно программе исследований определяли содержание белка в зерне по ГОСТ 10846-91. Содержание крахмала в зерне определяли методом кислотного гидролиза.

Учет урожая осуществляли с учетной делянки 42 м^2. Данные урожая обрабатывали методам дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Результаты исследований

Особый интерес представляет изменчивость качества зерна кукурузы под влиянием удобрений. Эта культура может давать очень высокие урожаи, однако содержание белков в зерне у нее недостаточное, что ухудшает кормовую и пищевую ценность зерна. Поэтому было изучено влияние макро-, микроудобрений и стимулятора роста на содержание сырого протеина и крахмала в зерне кукурузы (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание сырого протеина и крахмала в зерне кукурузы (% на абсолютно сухое вещество), среднее за 2021-2022 гг.

Варианты	Содержание сырого протеина	Содержание крахмала
Без применения макроудобрений		
1. Контроль	7,98	73,3
2. Биоглобин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	7,82	76,0
3. Наногрин, 1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев + 2,0 л/га в фазу 6-8 листьев	9,24	71,6
4. Наногрин + Биоглобин, 1,0+0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев; 2,0+0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	9,30	70,4
$N_{60}P_{45}K_{45}$		
1. Контроль	9,08	72,0
2. Биоглобин, 1 л/га в фазу 3-4-х листьев + 1 л/га в фазу 6-8 листьев	9,00	72,5
3. Наногрин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	9,78	70,6
4. Наногрин + Биоглобин, 1,0+0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев; 2,0+0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	9,89	69,3

При обработке посевов стимулятором роста Биоглобин отмечена тенденция к уменьшению содержания белка в зерне на 0,16% по сравнению с неудобренным контролем. Применение микроудобрения Наногрин позволило

увеличить содержание сырого протеина на 1,26%. При совместном действии двух факторов: стимулятора роста и микроудобрения белка в зерне было больше на 1,32%.

Макроудобрения способствовали увеличению содержания протеина в зерне кукурузы на 1,1%. При действии стимулятора роста Биоглобин и микроудобрения Наногрин на фоне $N_{60}P_{45}K_{45}$ отмечено увеличение содержания белка на 1,02 и 1,8% по сравнению с неудобренным контролем. При комплексном действии трех изучаемых факторов отмечено наиболее высокое содержание протеина в зерне – 9,89%, что по сравнению с неудобренным вариантом больше на 1,91%.

Применение удобрений и стимулятора роста повлияло на содержание крахмала в зерне кукурузы. По сравнению с содержанием белка наблюдалась обратная зависимость. При обработке посевов Биоглобином на фоне без макроудобрений отмечено увеличение содержания крахмала на 2,70%. При подкормке растений микроудобрением Наногрин содержание крахмала уменьшилось на 1,7%. При комплексном действии стимулятора роста и микроудобрения уменьшение данного показателя составило 2,9%.

На фоне действия макроудобрений содержание белка увеличивалось, а крахмала уменьшалось до 69,3-72,0% в зависимости от вариантов.

Анализ результатов исследований по изучению влияния макро-, микроудобрений и стимуляторов роста на урожайность зерна кукурузы показал, что применение стимулятора роста Биоглобин без внесения макроудобрений способствовало получению дополнительно 0,7 т/га зерна. При внесении микроудобрения Наногрин прибавка урожая составила 0,9 т/га (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений на урожайность зерна кукурузы, (среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка, ± т/га
Без применения микроудобрения		
1. Контроль	3,1	-
2. Биоглобин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	3,8	0,7
3. Наногрин, 1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев + 2,0 л/га в фазу 6-8 листьев	4,0	0,9
4. Наногрин + Биоглобин, 1,0+0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев; 2,0+0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	4,7	1,6
$N_{60}P_{45}K_{45}$		
1.Контроль	3,7	0,6
2. Биоглобин, 0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев + 0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	4,2	1,1
3. Наногрин, 1,0 л/га в фазу 3-4-х листьев + 2,0 л/га в фазу 6-8 листьев	4,6	1,5
4. Наногрин + Биоглобин, 1,0+0,3 л/га в фазу 3-4-х листьев; 2,0+0,5 л/га в фазу 6-8 листьев	5,2	2,1
$НСР_{05}$, ц/га	2,68	

Совместное применение двух изучаемых факторов оказалось эффективнее, чем применение только микроудобрения или регулятора роста. При проведении двух некорневых подкормок микроудобрением Наногрин совместно со стимулятором роста Биоглобин дополнительный урожай зерна составил 1,6 т/га.

При внесении макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ увеличение урожайности зерна кукурузы относительно контроля составило 0,6 т/га. При совместном действии макроудобрений и стимулятора роста Биоглобин отмечено дальнейшее повышение урожайности на 1,1 т/га. Внесение макроудобрений и проведение двух некорневых подкормок микроудобрением Наногрин позволило повысить урожайность зерна кукурузы на 1,5 т/га. Наиболее высокий дополнительный урожай зерна кукурузы (2,1 т/га) получен при комплексном действии всех изучаемых факторов: макроудобрения $N_{60}P_{45}K_{45}$ + микроудобрение Наногрин + стимулятор роста Биоглобин.

Рост урожайности был связан с увеличением массы початков и выходом зерна с початка. При внесении микроудобрения Наногрин без макроудобрений отмечено более значительное повышение массы початка относительно контроля – на 24 %, чем при применении стимулятора роста Биогловит.

Эффективность совместного применения микроудобрения и стимулятора роста оказалась выше. В варианте Наногрин + Биоглобин масса початка была больше на 40 %.

Внесение макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ способствовало увеличению массы початка на 14 %.

При некорневой подкормке посевов микроудобрением Наногрин дважды за вегетацию на фоне внесения макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ масса початка увеличилась на 40%. А при применении стимулятора роста Биогловит на удобренном фоне масса початка была больше на 24%. Наибольшее увеличение массы початка (на 55%) отмечено при применении всех изучаемых факторов: $N_{60}P_{45}K_{45}$ + Наногрин + Биогловит.

Увеличилась и масса стебля кукурузы. При этом увеличение составило от 5 до 28% в зависимости от варианта.

Обработка посевов стимулятором роста без макроудобрений способствовала увеличению количества зерен в початках на 6%. При применении только микроудобрения отмечено увеличение количества зерен на 9%. При внесении 2-х препаратов (Биоглобин и Наногрин) количество зерен увеличилось на 17%.

При сочетании двух изучаемых факторов: макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$ и некорневых обработок стимулятором роста количество зерен в початках увеличилось на 18%.

При совместном применении макро- и микроудобрений количество зерен в початках было больше на 30%, чем в варианте без удобрений. Наибольшее увеличение количества зерен в початках (на 31%) отмечено в варианте Биоглобин + Наногрин на фоне внесения макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Такая же закономерность отмечена и относительно массы 1000 зерен. Более значительное повышение массы 1000 зерен наблюдалось на при

сочетании двух изучаемых факторов. В варианте Биогловит + Наногрин масса 1000 зерен была больше на 14%. И наибольший прирост массы 1000 зерен (на 20%) получен в варианте Биогловит + Наногрин на фоне внесения $N_{60}P_{45}K_{45}$.

Выводы

Таким образом, при комплексном действии изучаемых факторов: макроудобрений $N_{60}P_{45}K_{45}$, микроудобрения Наногрин и стимулятора роста Биоглобин получен наиболее высокий дополнительный урожай зерна кукурузы – 2,1 т/га. В данном варианте отмечено наиболее высокое содержание сырого протеина (9,89%) и более низкое содержание крахмала (69,3%).

Список источников

1. Гербициды и регуляторы роста растений: учебное пособие / Л.А. Дорожкина, М.В. Орешкин, А.И. Денисенко, В.Н. Рыбина. – Луганск: ФЛП Пальчак А.В. – 252 с.
2. Микроэлементы в интенсивных технологиях производства зерновых культур / Н.Ю. Гармаш, Г.А. Гармаш, А.В. Берестов, Г.Б. Морозова // Агрохимический вестник. – 2011. – №5. – С. 14-16.

Научная статья
УДК: 631.416.849:632.911.4(470.316)

Накопление и распределение ртути в многолетних травах и дерново-подзолистой почве Ярославского района Ярославской области

канд. биол. наук В.М. Степанова[1];
доктор биол. наук В.Т. Комов[2];
канд. биол. наук В.А. Гремячих[2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия;
[2]ИБВВ РАН, Борок, Ярославская обл., Россия)

Аннотация. Отмечено очень низкое (19-23 мкг/кг) содержание ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного участка (в 100 раз ниже ПДК). По содержанию ртути органы клевера лугового располагались в следующий убывающий ряд: листья > корневая система > стебли, а у тимофеевки луговой – корневая система > листья > стебли. Индекс накопления ртути корнями у тимофеевки луговой был значительно выше, чем у клевера лугового. В среднем в корневой системе клевера лугового содержалось 4 мкг/кг ртути, в листьях – 6 мкг/кг. Концентрация ртути в корнях тимофеевки луговой составляла в среднем 12 мкг/кг, а в листьях – 4 мкг/кг. Накопление ртути почвой и распределение ее в отдельных органах многолетних трав клевера лугового и тимофеевки луговой не зависели от используемой технологии возделывания.

Ключевые слова: ртуть, почва, многолетние травы, клевер луговой, тимофеевка луговая

Accumulation and distribution of mercury in perennial grasses and sod-podzolic soil of the Yaroslavl district of the Yaroslavl region

Candidate of Biological Sciences V.M. Stepanova[1];
Doctor of Biological Sciences V.T. Komov[2];
Candidate of Biological Sciences V.A. Gremyachikh[2]

([1]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia;
[2]IBIW RAS, Borok, Yaroslavl Region, Russia)

Abstract. A very low (19-23 micrograms/kg) mercury content was noted in the sod-podzolic medium loamy soil of the experimental site (100 times lower than the MPC). According to the mercury content, the organs of meadow clover were arranged in the following decreasing row: leaves > root system > stems, and in timofeevka meadow – root system > leaves > stems. The index of mercury accumulation by the roots of the meadow timothy was significantly higher than that of the meadow clover. On average, the root system of meadow clover contained 4 micrograms / kg of mercury, in the leaves – 6 micrograms / kg. The concentration of mercury in the roots of meadow timothy was on average 12 micrograms / kg, and in the leaves – 4 micrograms / kg. The accumulation of mercury by the soil and its distribution in individual organs of perennial grasses of meadow clover and meadow timothy did not depend on the cultivation technology used.

Keywords: mercury, soil, perennial grasses, meadow clover, meadow timothy

Ртуть является одним из самых токсичных элементов, которые, попадая в агроэкоценозы, подвергаются различным изменениям, определяемым физическими, химическими и биологическими свойствами почв. Загрязнения почв ртутью может привести к избыточному накоплению токсиканта в растениях и ухудшению качества растениеводческой продукции. В связи с усилением техногенной нагрузки на агроценозы возникает необходимость проведения регулярного эколого-токсикологического мониторинга содержания ртути в почвах и растениях агроценоза.

Целью исследований являлось выявление закономерностей накопления и распределения ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве и многолетних травах (клевер луговой и тимофеевка луговая) в зависимости от технологии возделывания многолетних трав в полевом агрофитоценозе Ярославского района Ярославской области.

Методика

Исследования проводили в двухфакторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА (д. Бекренево Ярославского района Ярославской области).

Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: органического вещества – 3,49%; легкодоступного фосфора – 260,7 мг/кг почвы, обменного калия – 83,5 мг/кг почвы; сумма обменных оснований

составляла 11,1 мг-экв. на 100 г почвы; гидролитическая кислотность – 1,57 мг-экв. на 100 г почвы; pH_{KCl} – 5,22.

Схема 2-х факторного стационарного полевого опыта (6 × 3)

Фактор А – культура севооборота: 1. Ячмень с подсевом многолетних трав; 2. Многолетние травы 1 г.п.; 3. Многолетние травы 2 г.п.; 4. Озимые / яровые зерновые; 5. Однолетние травы; 6. Яровая пшеница.

Фактор В – технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная (К) – без применения удобрений и пестицидов;

II. Органическая (О) – без применения минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используется солома зерновых культур, последний укос многолетних трав;

III. Интенсивная (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота, проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

В своей работе мы рассматривали многолетние травы второго года посева (клевер луговой и тимофеевку луговую).

Определение ртути в почвах и растениях проводили по методике ЦИНАО [1]. Все образцы почв, многолетних трав (корневая система, стебель, листья), анализировались на содержание ртути методом атомной абсорбции на анализаторе РА-915 + (Люмэкс, Россия).

Результаты

Содержание ртути в почве варьировало в диапазоне от 19 до 23 мкг/кг, Среднее содержание ртути в слоях 0 – 10 см и 10 – 20 см было почти одинаковым (соответственно 22 и 20 мкг/кг) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние технологий возделывания на содержание ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в конце вегетации многолетних трав

Технология возделывания	Концентрация Hg (мкг/кг)		
	слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
Экстенсивная «К»	20,0	19,0	19,5
Органическая «О»	23,0	20,0	21,0
Интенсивная «И»	23,0	22,0	22,5
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$		

Подобное распределение ртути в почвенном профиле регистрировалось и ранее, наибольшее ее количество накапливается в верхнем слое, богатом органическим веществом [2]. Статистическая обработка полученных результатов не выявила существенного влияния технологии возделывания на накопление ртути дерново-подзолистой почвой (таблица 1).

Почва является первым барьером на пути миграции токсиканта в растение. При этом интенсивность поступления ртути в растительный организм зависит от ряда факторов – вида растения, особенностей строения органов, степени загрязнения участка произрастания.

Содержание ртути в корнях тимофеевки луговой было существенно выше, чем у клевера лугового и составляло соответственно 12 и 4 мкг/кг. Технологии возделывания многолетних трав не оказали существенного влияния на накопление ртути корнями тимофеевки и клевера (таблица 2).

Таблица 2 – Накопление ртути в корневой системе многолетних трав в зависимости от технологии возделывания

Вариант	Концентрация Hg (мкг/кг) в корневой системе растения	
	Клевер луговой	Тимофеевка луговая
Экстенсивная «К»	3,0	9,0
Органическая «О»	4,0	15,0
Интенсивная «И»	4,0	12,0
$НСР_{05}$ I	$F_ф<F_{05}$	
$НСР_{05}$ II	6,0	

Мы рассчитали индекс накопления ртути корневыми системами клевера лугового и тимофеевки луговой, который выражается как отношение концентрации ртути в корневой системе растения к ее концентрации в почве опытного участка (рисунок 1). Результаты показали, что индекс накопления ртути корневой системой тимофеевки луговой в среднем был в 3,15 раз выше такового корневой системы клевера лугового (рисунок 1). Известно, что мелкие корни накапливают больше ртути, чем крупные [3], по-видимому, поэтому мочковатая корневая система тимофеевки луговой содержала значительно больше тяжелого металла, чем стержневая ветвящаяся корневая система клевера лугового

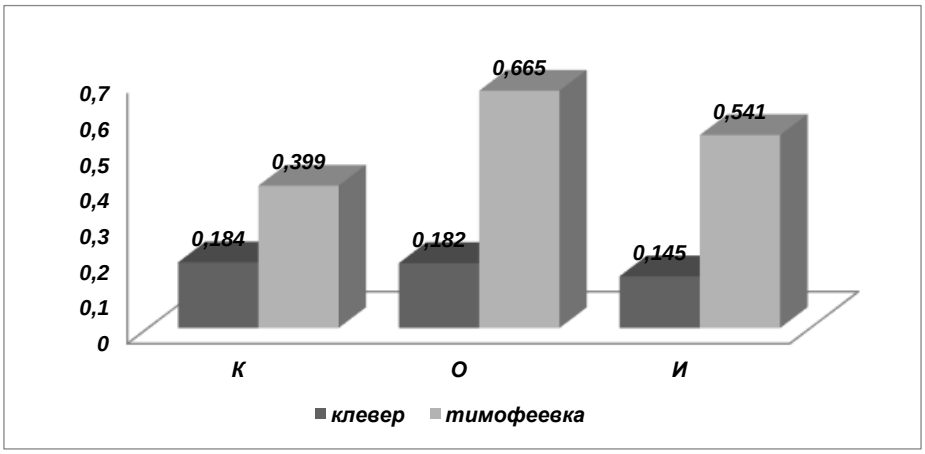


Рисунок 1 – Индекс накопления ртути корневыми системами клевера лугового и тимофеевки луговой

Концентрация ртути в листьях клевера и тимофеевки была приблизительно одинаковой и составляла соответственно 6,0 и 4,0 мкг/кг. Содержание ртути в листьях многолетних трав не зависело от технологии возделывания (таблица 3).

Таблица 3 – Концентрация ртути в листьях многолетних трав в зависимости от технологии возделывания

Вариант	Концентрация Hg (мкг/кг) в листьях растения	
	Клевер луговой	Тимофеевка луговая
Экстенсивная «К»	5,0	3,0
Органическая «О»	7,0	5,0
Интенсивная «И»	6,0	4,0
$НСР_{05}$ I	$F_ф<F_{05}$	
$НСР_{05}$ II	$F_ф<F_{05}$	

В стебле клевера и тимофеевки содержание ртути было ниже предела обнаружения прибора.

Таким образом, ртуть распределялась в различных органах клевера лугового следующим образом: листья > корни > стебли. Несколько иное распределение ртути отмечено в тимофеевке луговой: корни > листья > стебли.

Максимальный вынос ртути с урожаем зеленой массы многолетних трав отмечен при органической технологии возделывания (30,98 мкг/га). При интенсивной технологии он был на 27,5% меньше. Минимальный вынос ртути с урожаем многолетних трав отмечен при экстенсивной технологии возделывания – 17,1 мкг/га (таблица 4).

Таблица 4 – Вынос ртути с урожаем зеленой массы многолетних трав в зависимости от технологии возделывания

Вариант	Урожайность многолетних трав т/га (сухая масса)	Вынос ртути (мкг/га)
Экстенсивная «К»	4,274	17,098
Органическая «О»	5,164	30,984
Интенсивная «И»	4,493	22,465

Выводы

1. Содержание ртути в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного участка составляло в среднем 21 мкг/кг (в 100 раз ниже ПДК).
2. Накопление ртути в почве и распределение ее в отдельных органах многолетних трав клевера лугового и тимофеевки луговой не зависели от используемой технологии возделывания.
3. Органы клевера лугового располагались по содержанию ртути в следующий убывающий ряд: листья > корневая система > стебли, а у тимофеевки луговой – корневая система > листья>стебли.
4. Индекс накопления ртути корневой системой тимофеевки луговой был в 3,15 раз выше, чем у клевера лугового.
5. В среднем в корневой системе клевера лугового содержалось 4,0 мкг/кг ртути, в листьях – 6,0 мкг/кг. Концентрация ртути в корнях тимофеевки луговой составляла в среднем 12,0 мкг/кг, а в листьях – 4,0 мкг/кг.

6. Максимальный вынос ртути с урожаем многолетних трав отмечен при органической технологии возделывания.

Список источников

1. ПНД Ф 16.1:2.3:3.10-98 Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах почв и грунтов на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91С (методика допущена для целей государственного экологического контроля). С-П, 2005. – Текст электронный. – Режим доступа: https://center-souz.ru/pochva/74-2009-05-04-09-18-08 (дата обращения 30.03.2023).
2. Удоденко, Ю.Г. Накопление и распределение ртути в почвах и педобионтах заповедных территорий (на примере Воронежского и Окского заповедников) / Ю.Г. Удоденко: дис. канд. биол. наук. 03.02.08 . – Воронеж, 2014. – 158 с. – Текст электронный. – Режим доступа: http://www.science.vsu.ru/dissertations/596. (Дата обращения 30.03.2023).
3. Золотарева, Б.Н. Результаты измерения тяжелых металлов в природных средах Приокско-террасного биосферного заповедника / Б.Н. Золотарева // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – Вып.2. – С.119-131. – Текст непосредственный.

Научная статья
УДК: 631.58:631.559:633.256

Формирование урожая ячменя при разных технологиях возделывания

канд. с.-х. наук, доцент Т.В. Таран
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. В статье представлены материалы по изучению формирования урожая ячменя при выращивании по экстенсивной, органической и интенсивной технологиям на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля ФГБОУ ВО Ярославской ГСХА.

Ключевые слова: яровой ячмень Яромир, динамика линейного роста, структура урожая, урожайность

Formation of the barley crop with different cultivation technologies

Candidate of Agricultural Sciences, Docent T.V. Taran
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The article presents materials on the study of the formation of the barley crop when grown using extensive, organic and intensive technologies on sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Yaroslavl State Agricultural Academy.

Keywords: Yaromir spring barley, linear growth dynamics, crop structure, yield

Производство растительной сельскохозяйственной продукции, направленное на получение большего выхода зерна, овощей, кормов и др., предполагает довольно широкое применение различных агрохимикатов, прежде всего минеральных удобрений и средств защиты растений. Многочисленные исследования показывают высокую эффективность применения удобрений в посевах сельскохозяйственных культур, особенно в условиях Нечерноземной зоны, ассортимент минеральных удобрений расширяется, используются новые ростостимулирующие препараты. При решении вопроса об утилизации промышленных и сельскохозяйственных отходов часть их (при установлении соответствия регламентам сельскохозяйственного использования) также вносится в почву в качестве источника питательных элементов [8]. При использовании современных интенсивных сортов культур повышается уровень применения гербицидов, инсектицидов, роль которых также становится более значимой.

В таких условиях на фоне интенсивного применения химических препаратов проявляется и негативное их воздействие на почву, качество растительной продукции, ухудшается в целом экологическая обстановка на территории их использования [6; 8]. В связи с этим повышается актуальность вопросов экологизации и биологизации сельскохозяйственного производства, усиливается внимание к разработке органических агротехнологий, предусматривающих более широкое использование органических удобрений (в числе которых рассматриваются сидераты, солома и др.), отказ от применения минеральных удобрений, пестицидов и др.

При исследовании вопроса теории и практики органического земледелия в России А.И. Беленковым и др. сделан вывод о том, что одним из сдерживающих факторов органического производства является «недостаток апробированных в конкретных почвенно-климатических условиях технологий органического земледелия и практических рекомендаций по возделыванию сельскохозяйственных культур» [цит. 2, с. 36].

Ценной зерновой культурой в России является ячмень, для которого характерны высокая требовательность к условиям выращивания, высокая вариабельность уровня урожайности в различных почвенно-климатических зонах, а также зависимость от погодных условий в период вегетации культуры. Представляет интерес изучение влияния органической технологии возделывания на урожайность и формирования урожая ячменя в условиях Ярославской области, где данная культура имеет высокую значимость как зернофуражная.

Методика

Исследования проводились в 2-х факторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА.

Изучались следующие технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без применения удобрений и пестицидов, основная обработка почвы отвальная.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – основная обработка почвы поверхностно-отвальная, без применения минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используется солома зерновых культур, последний укос многолетних трав.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – основная обработка почвы отвальная, удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота, проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

Чередование культур в севообороте: ячмень с подсевом многолетних трав (клевер полевой + тимофеевка луговая); многолетние травы 1 г.п.; многолетние травы 2 г.п.; озимые зерновые; однолетние травы; яровая пшеница.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы: содержание органического вещества – 3,49%; подвижного фосфора – 260 мг/кг почвы, обменного калия – 84 мг/кг почвы; сумма обменных оснований 11,1 мг-экв./100 г почвы; гидролитическая кислотность – 1,57 мг-экв./ 100 г почвы; $pH_{сол.}$ – 5,2.

В условиях 2022 года выращивался ячмень районированного сорта Яромир. При интенсивной технологии возделывания применялся гербицид Агритокс (норме 1,0 л/га, опрыскивание посевов в фазе кущения до начала выхода в трубку, расход рабочей жидкости 300 л/га). Внесено комплексное минеральное удобрение (азофоска) в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Посев произведен в третьей декаде мая. В течение вегетационного периода оценивалась динамика линейного роста растений, в конце периода определена структура урожая общепринятыми методами. Учет урожая проведен в фазу полной спелости зерна. Результаты исследований обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программы Disant [3].

Климат Ярославской области умеренно-континентальный, с коротким, относительно теплым летом и продолжительной умеренно холодной зимой. Метеорологические условия в период исследований существенно отличались от среднемноголетних значений. Для весеннего периода характерны умеренная влажность и повышенные температуры, а летний период был с недобором осадков, особенно в июне, и высокой температурой, что определяло условия недостаточной и неравномерной влагообеспеченности растений.

Результаты

Яровой ячмень – культура с повышенной требовательностью к условиям питания и влагообеспеченности, что связано со слабой усвояющей способностью корневой системы, коротким периодом потребления минеральных элементов. Ячмень сорта Яромир характеризуется как среднеспелый, продолжительность вегетационного периода составляет 69-87 дней. В условиях лета года исследований отмечалось ускоренное развитие растений, чему способствовали повышенные по сравнению со среднемноголетними значениями температуры и недобор осадков в течение

вегетационного периода, продолжительность периода посев- созревание составил 71 день.

Наблюдения в течение вегетационного периода за ростом и развитием ярового ячменя показали, что в целом характер формирования растений происходил по всем изучаемым технологиям возделывания согласно общим закономерностям, а именно – начальный этап роста характеризовался слабым увеличением высоты растений, далее с переходом от фазы кущения к трубкованию значительно усиливался и снижался с переходом к колошению и цветению (рисунок 1). В то же время можно отметить более интенсивный линейный рост растений на всем протяжении периода вегетации культуры по интенсивной технологии возделывания и отставание в росте по органической. Максимальная высота растений ячменя в опыте составила 56 см по интенсивной технологии возделывания, по экстенсивной технологии возделывания – 53 см, по органической – 50 см. Наибольший прирост высоты растений происходил в фазу выхода в трубку, высота растений за это период увеличилась в 3,6-4,8 раз.

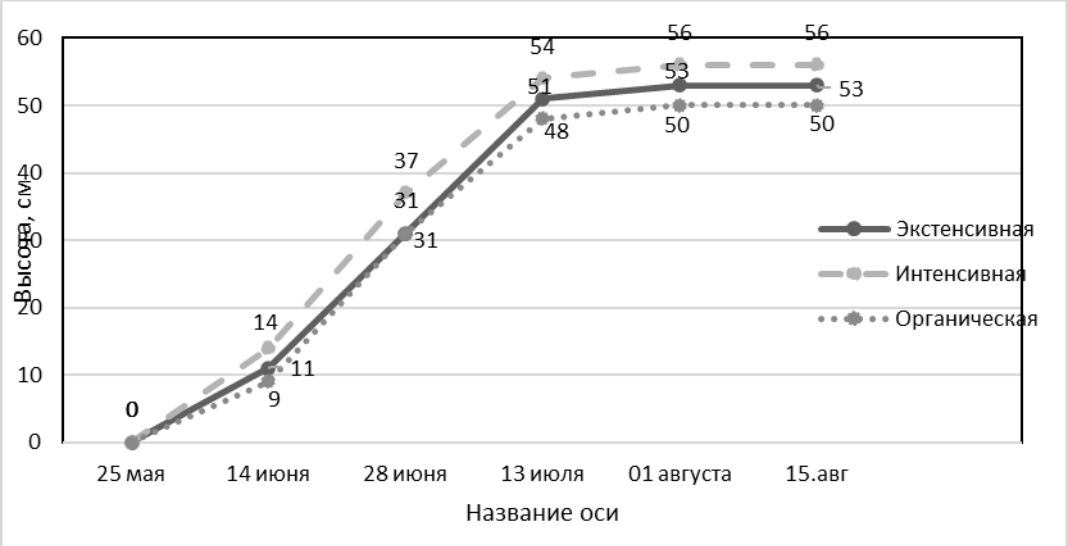


Рисунок 1 – Динамика линейного роста растений, см

Формирование урожая – это формирование элементов её продуктивности, которое в конечном этапе характеризуется структурой урожая (таблица 1). Анализ структуры урожая позволяет выявить основные причины, которые оказали влияние на конечную урожайность.

Кущение – важный этап формирования урожая. В этот период и период начала трубкования не только закладываются побеги кущения, но и идет формирование элементов продуктивности колоса. В этот период ячмень особенно чувствителен к недостатку элементов питания и воды. Однако в условиях года исследований сложились крайне неблагоприятные условия для формирования вегетативных органов и закладки репродуктивных в начальный период роста – происходило быстрое подсыхание почвы и формирование почвенной корки на фоне повышенных температур. Результатом явилось дальнейшее образование малого числа побегов, в том числе продуктивных. По

сведениям некоторых авторов такая реакция ярового ячменя на формирование урожая отмечалась в годы с недостатком влаги [1; 5; 7]. Особенно низкая кустистость ячменя отмечена по органической технологии возделывания, где коэффициент продуктивной кустистости составил 0,86.

Сформированные колосья имели малое число зерен – 8-12 шт./колос, однако зерно было крупным, масса 1000 зерен составила 37,3-41,2 г (согласно характеристике сорта масса 1000 зерен ячменя Яромир около 39-50 г). Все показатели продуктивности колоса были особенно низкими по органической технологии возделывания культуры.

Соотношение зерно: солома было узкое по экстенсивной и интенсивной технологиям – 1:1,30-1:1,26, и значительно шире по органической – 1:1,62.

В целом можно отметить, что лучшие условия для формирования продуктивности одного растения складывались по интенсивной технологии, худшие по органической. Причиной могло быть худшее обеспечение растений азотом на варианте использования органической технологии на фоне применения соломы.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая ячменя

Технологии	Кол-во растений, шт./м^2	Кустистость		Масса 1000 зерен, г	Колос		Зерно : солома
		общая	продукт.		масса зерна,г	число зерен, шт.	
Экстенсивная	298	1,45	1,21	41,2	0,46	10,9	1:1,30
Интенсивная	330	1.42	1,10	40,3	0,50	12,4	1:1,25
Органическая	304	1,22	0,86	37,3	0,31	8,3	1:1,62
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

В результате при низкой продуктивности колоса и небольшого числа продуктивных стеблей на единице площади сформирована низкая урожайность в опыте (таблица 2). На 1 га посевов получено от 7,2 до 18,6 ц зерна на 1 га, что значительно ниже потенциальной продуктивности сорта.

Таблица 2 – Урожайность ячменя

Технология	Урожайность, ц/га	Отклонение от контроля, ц/га	% к контролю
1. Экстенсивная	16, 2	-	100
2. Интенсивная	18,6	+ 2,4	115
3. Органическая	7,2*	- 9,0	44
$НСР_{05}$	6,55		

Отмечены существенные различия в урожайности по разным технологиям возделывания. По экстенсивной технологии возделывания сформирована урожайность 16,2 ц/га. По интенсивной технологии отмечена положительная тенденция увеличения урожайности на 2,4 ц/га, однако различия математически недостоверны. То есть, заметного положительного влияния минеральных удобрений и средств защиты на в год исследований урожайность культуры не установлено.

Минимальная урожайность сформирована по органической технологии – 7,2 ц/га, что значительно ниже по сравнению с другими.

Выводы

1. В год исследований сложились неблагоприятные условия для формирования урожая ярового ячменя по всем изучаемым технологиям возделывания.

2. В период вегетации более интенсивный линейный рост растений ячменя отмечен по экстенсивной и интенсивной технологиям возделывания. Максимальные значения составили 57 см интенсивной технологии, 53 см по экстенсивной и 50 см по органической.

3. Лучшие показатели структуры урожая сформированы по интенсивной технологии возделывания, где отмечена максимальная продуктивность колоса 0,5 г/колос, худшие по органической.

4. По органической технологии возделывания ярового ячменя сформирована крайне низкая урожайность зерна – 7,2 ц/га, по экстенсивной – 16,2 ц/га, по интенсивной – 18,6 ц/га.

Список источников

1. Артюхова О.А. Прирост биомассы и накопление сухого вещества яровым ячменем в зависимости от уровня минерального питания и метеоусловий / О.А. Артюхова, О.В. Гладышева, В.А. Свирина. Текст: электронный // Вестник российской сельскохозяйственной науки, №3, 2021. – С.24-29 doi: https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/3/24-29 (дата обращения 10.03.2023).

2. Беленков А.И. Теория и практика органического земледелия в России / А.И. Беленков, И.В. Кривцов, А.Н. Сидоров, А.А. Холод. Текст: электронный // Органическое сельское хозяйство: опыт, проблемы и перспективы: сборник научных трудов по материалам II Международнойнаучно-практической конференции. Ярославль, 17 марта 2021 г. /ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль: Издательство ФГБОУВО Ярославская ГСХА, 2021 – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-98914-242-2. – (Дата обращения 10.03.2023). – Текст: электронный.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стереотип // М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с, ил. ISBN 978-5-903034-96-3 Текст: непосредственный.

4. Кошкин Е.И. Частная физиология полевых культур / Е.И. Кошкин, Г.Г. Гатаулина, А.Б. Дьяков и др. Под ред. Е.И. Кошкина. – М.: КолосС, 2005. – 344 с: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 5-9532-0164-8. Текст: непосредственный.

5. Левакова О.В. Влияние метеорологических условий на яровой ячмень сорт Яромир и его урожайность в условиях Рязанской области / О.В. Левакова. Текст: электронный // Зерновое хозяйство России. Т.14, №2, 2022. – С. 77-82. https://www.zhros.online/jour/article/view/1748 (Дата обращения 10.03.2023).

6. Минеев В.Г. Экологические проблемы агрохимии: Учеб. пособие. – М: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 285 с. ISBN 5-211-00156-7. – Текст: непосредственный.

7. Плищенко В.М. Структура урожая ярового ячменя в зависимости от условий вегетации в период прохождения этапов органогенеза / В.М. Плищенко, А.С. Голубь. – Текст: электронный. // Агро XX1, 2009, № 1-3. https://www.agroxxi.ru/journal/20090103/20090103019.pdf (Дата обращения 10.03.2023).
8. Ягодин Б.А. Агрохимия : учебник / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 584 с. – ISBN 978-5-8114-2136-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/87600 (Дата обращения: 28.01.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Научная статья
УДК 631.41(470.316)

Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2022 году

ведущий агрохимик Н.В. Худошина;
ВРИО директора А.В. Соколов
(ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия)

Аннотация. Представлены результаты агрохимического обследования почв Ярославской области в 5 муниципальных районах области: Гаврилов-Ямском, Любимском, Некрасовском, Первомайском, Пошехонском с площади 53,65 тыс. га., 13 цикл агрохимического обследования.

Ключевые слова: агрохимическое обследование, гранулометрический состав почвы, вегетационный период, агрохимическая характеристика, пашня, сельскохозяйственные угодья, почвенные образцы, тяжелые металлы, результаты исследований

Agrochemical survey of agricultural lands of the Yaroslavl Region in 2022

leading agrochemist N.V. Khudoshina;
Acting Director A.V. Sokolov
(FSBI GSAS "Yaroslavskaya", Yaroslavl region, Russia)

Abstract. The results of agrochemical soil survey of the Yaroslavl region in 5 municipal districts of the region are presented: Gavrilov-Yamsky, Lyubimsky, Nekrasovsky, Pervomaisky, Poshekhonsky with an area of 53.65 thousand hectares, 13 cycle of agrochemical survey.

Keywords: agrochemical survey, granulometric composition of soil, vegetation period, agrochemical characteristics, arable land, agricultural land, soil samples, heavy metals, research results

Рациональное использование земельных ресурсов, охрана и повышение плодородия почв, разработка и внедрение современных систем земледелия

невозможны без всесторонних знаний почвенного покрова ландшафта. При проведении обследования почвенного покрова особе внимание должно уделяться его лабильным свойствам, способным к быстрой изменчивости при ведении земледелия, зависимости свойств от гранулометрического состава и происхождения почвообразующих пород, а так же месту почв в структуре почвенного покрова и мероприятиям по их улучшению и дифференцированному использованию [3].

В 2022 году завершился 13 цикл агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий Ярославской области, агрохимическое и эколого-токсикологическое обследования проводились на площади 53,65 тыс. га в 5 муниципальных районах области: Гаврилов-Ямском, Любимском, Некрасовском, Первомайском, Пошехонском. Объем агрохимического обследования почв значительно снизился и составил 53,65 тыс. га. Все обследуемые сельскохозяйственные угодья были оцифрованы и геопривязаны.

По земельному учету на 01.01.2022 г. пашня в Ярославской области составляет 721,2 тыс. га.

Основная произрастающая культура на полях сельскохозяйственных угодий при проведении агрохимического обследования 2022 года (в 5 районах области) – многолетние и лугопастбищные травы – 75,5 %, зерновые культуры занимают около 15,8%, картофель – 2,5%, лен – 1,2%, овощи 0,3%, однолетние – 3,8%, кукуруза – 0,9% (рисунок 1).

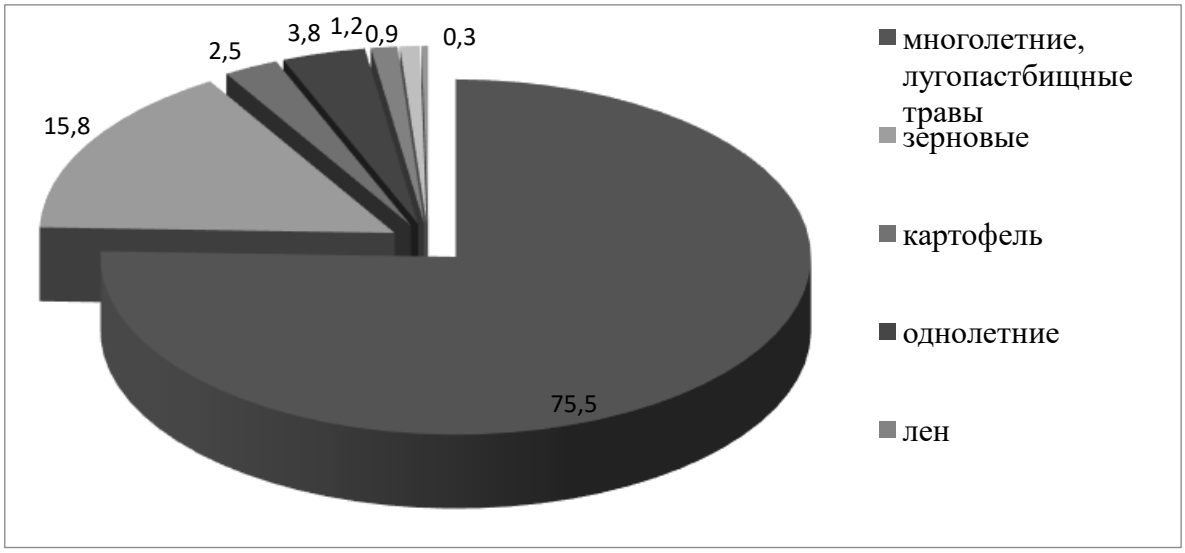


Рисунок 1 – Произрастающие культуры на обследуемой территории, 2022 г.

Агрохимическая характеристика пашни Ярославской области по земельному учету представлена в таблице 1. По агрохимическим показателям пашня характеризуется следующим образом:

- количество кислых почв, требующих первоочередного известкования (pH до 5,5) составляет 484,7 тыс. га или 67,2 % от всей площади пашни;
- количество почв с низким и средним содержанием фосфора (P_2O_5 до 100 мг/кг) составляет 322,3 тыс. га или 44,7% от площади пашни;

- количество почв с низким и средним содержанием калия составляет 558,2 тыс. га или 77,4%;
- почвы с содержанием органического вещества (гумуса) до 2,5% составляют 533,7 тыс. га или 74%.

По результатам текущего (2022) года обследования количество почв сельскохозяйственных угодий, требующих первоочередного известкования, составляет 36,27 тыс. га или 67,6% от обследуемой площади, количество почв с низким и средним содержанием фосфора составляет 21,67 тыс. га или 40,4%, количество почв с низким и средним содержанием калия – 40,18 тыс. га или 74,9%, количество почв с содержанием гумуса до 2,5% составляет 40,51 тыс. га или 75,5 % (таблица 2) .

Увеличению потенциального плодородия почвы, повышению урожайности сельскохозяйственных культур способствует применение удобрений в земледелии.

В 2022 году было внесено 37,62 кг/га д.в. минеральных удобрений, что на 29,7% больше, чем в 2021 году (рисунок 2).

Несмотря на то, что количество кислых почв в области (pH до 5,5) в 2022 году увеличилось на 2,1% и составляет 67,2% от обследованной площади, работы по химической мелиорации почв остаются на очень низком уровне. Известкование проведено на площади 1,4 тыс. га, внесено известковых материалов 0,07 тыс. тонн.

Масса внесенных органических удобрений в 2022 году в области составила 670,78 тыс. тонн органических удобрений, в 2021 – 738,8 тыс. тонн, в 2020 году – 720,5 тыс. тонн. Если в 2021 году было внесено 3,1 тонн на 1 га органических удобрений, приход питательных веществ составлял 8,1 кг/га, то в 2022 году внесено 2,8 тонн на 1 га, приход питательных веществ с органическими удобрениями составил 7,4 кг/га. В ряде районов области: Любимском, Некрасовском, Переславском, органические удобрения не вносились.

В рамках агрохимического обследования был проведен мониторинг почв сельскохозяйственных угодий по содержанию тяжелых металлов. Наибольшее загрязнение почв тяжелыми металлами наблюдается вблизи городов, где проходят шоссейные дороги с высокой степенью загруженности автотранспортом, происходит за счет переноса выбросов газов, пыли промышленных предприятий на поля, применения минеральных удобрений и ядохимикатов [2].

Результаты исследований показали, что в 4 обследуемых районах содержание тяжелых металлов в почвах не превышает предельно-допустимых концентраций, относятся к умеренно-опасным (0,5-1,0 ПДК), опасных и высоко опасных нет.

Длительный агрохимический мониторинг является одним из приемов наблюдения за плодородием почвы. На его основе производится планирование посевных площадей и расчет доз удобрений.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика пашни Ярославской области по земельному учету на 01.12.2022 г.

Вид сельхоз-угодий	Площадь пашни тыс. га*	***Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)***												Средне взвешен-ное значение
		очень сильнокислые		сильнокислые		средне-кислые		слабокислые		близкие к нейтральным		нейтральные		
		0-4,0		4,1-4,5		4,6-5,0		5,1-5,5		5,6-6,0		более 6,0		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**721,2**	0,7	0,1	36,1	5,0	165,2	22,9	282,7	39,2	163,7	22,7	72,8	10,1	**5,4**
		Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P_2O_5 мг/кг почвы												
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**721,2**	23,1	3,2	93,7	13,0	205,5	28,5	152,2	21,1	158,7	22,0	88,0	12,2	**134**
		Распределение площадей по содержанию обменного калия K_2O мг/кг почвы												
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**721,2**	33,2	4,6	299,3	41,5	225,7	31,3	105,3	14,6	43,3	6,0	14,4	2,0	**97**
		Распределение площадей по содержанию гумуса, %												
		низкое		недостаточное		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		менее 1,5		1,6-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0		
Пашня	**721,2**	54,1	7,5	251,7	34,9	227,9	31,6	98,1	13,6	69,2	9,6	20,2	2,8	**2,3**

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных угодий Ярославской области на 01.12.2022 г.

Сельхоз-угодия	Обследован. площадь тыс. га	***Распределение по степени кислотности (pH солевой вытяжки)***												Средне взвешенное значение
		очень сильнокислые		сильнокислые		средне-кислые		слабокислые		близкие к нейтральным		нейтральные		
		0-4,0		4,1-4,5		4,6-5,0		5,1-5,5		5,6-6,0		более 6,0		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**53,65**	0,21	0,4	4,19	7,8	13,41	25,0	18,46	34,4	11,38	21,2	6,00	11,2	**5,9**
Распределение площадей по содержанию подвижного фосфора P_2O_5 мг/кг почвы														Средне взвешенное значение
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-25		26-50		51-100		101-150		151-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**53,65**	2,19	4,1	6,01	11,2	13,47	25,1	11,32	21,1	14,22	26,5	6,44	12,0	**139**
Распределение площадей по содержанию обменного калия K_2O мг/кг почвы														Средне взвешенное значение
		очень низкое		низкое		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		0-40		41-80		81-120		121-170		171-250		более 250		
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	
Пашня	**53,65**	1,93	3,6	19,53	36,4	18,72	34,9	9,39	17,5	3,01	5,6	1,07	2,0	**100**
Распределение площадей по содержанию гумуса, %														Средне взвешенное значение
		низкое		недостаточное		среднее		повышенное		высокое		очень высокое		
		менее 1,5		1,6-2,0		2,1-2,5		2,6-3,0		3,1-4,0		более 4,0		
Пашня	**53,65**	6,17	11,5	20,87	38,9	13,47	25,1	6,22	11,6	4,83	9,0	2,09	3,9	**2,2**

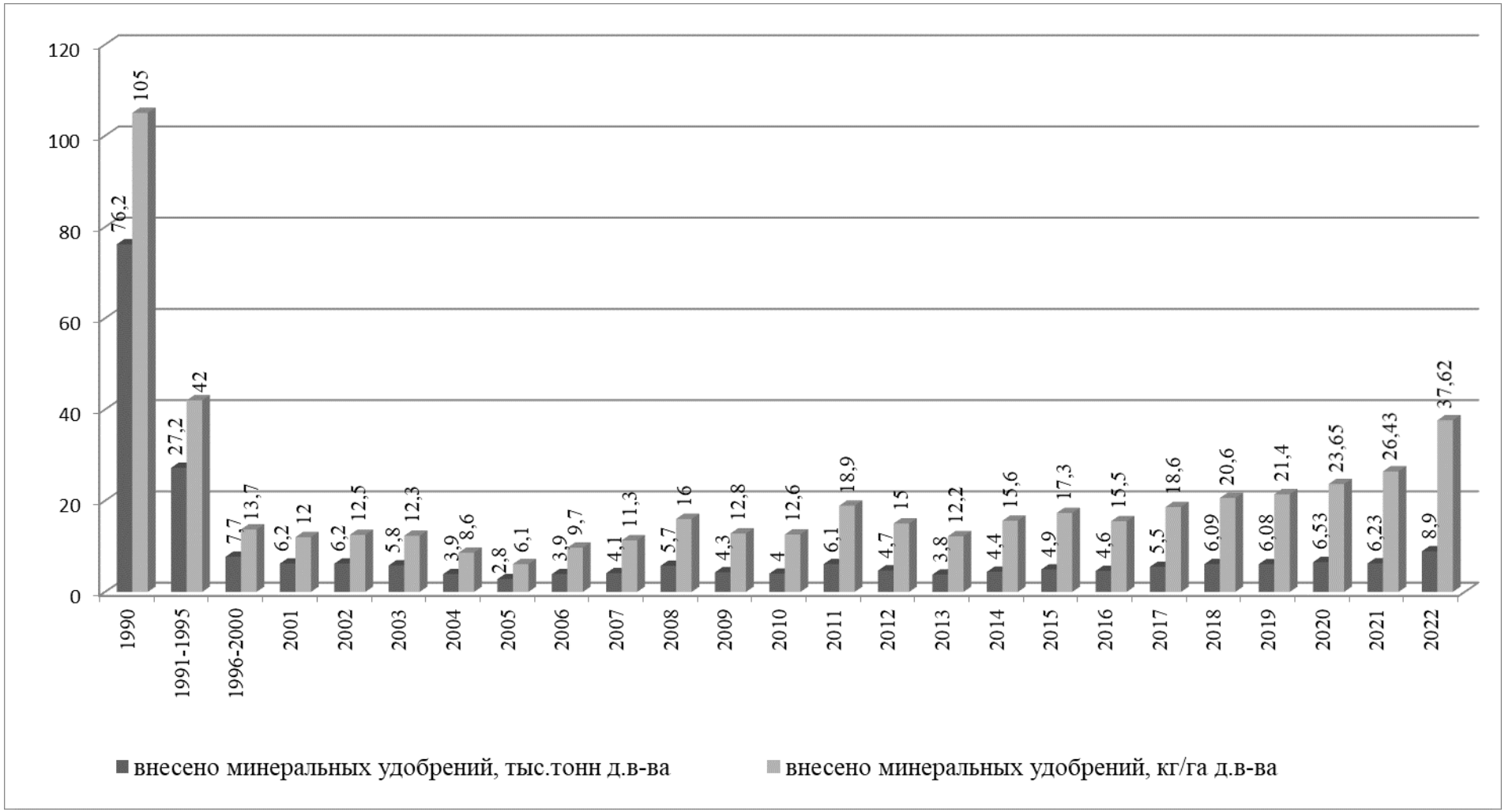


Рисунок 2 – Динамика внесения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры в период 1990-2022 гг. по Ярославской области

Выводы

1. Агрохимическое обследование позволило выявить достаточно низкий уровень плодородия почв в обследуемых районах области, установлена необходимость проведения известкования на 68% площади сельскохозяйственных угодий.

2. Анализ применения сельскохозяйственными предприятиями установил недостаточное для повышения плодородия почвы внесение минеральных и особенно органических удобрений.

Список источников

1. Годовой научно-производственный отчет ФГБУ ГСАС «Ярославская» за 2022 год.
2. Минеев В.Г. Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах / В.Г. Минеев. – Москва, 1994 – Текст непосредственный.
3. Почвенный покров Нечерноземья и его рациональное использование / Всесоюзн. Акад. С.-х. наук им. В.И. Ленина. – Москва: Агрропромиздат, 1986 – Текст непосредственный.

Научная статья
УДК 631.4:631.51:633

Динамика биологической активности дерново-подзолистой почвы при разных технологиях возделывания полевых культур

канд. с.-х. наук, доцент Е.В. Чебыкина
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Аннотация. Представлены результаты влияния различных технологий возделывания полевых культур на показатели биологической активности дерново-подзолистой почвы в условиях Ярославской области Нечерноземной зоны РФ. В ходе исследований проведенных в течение двух вегетационных периодов не установлено достоверной зависимости показателей биологической активности почвы от выращиваемых полевых культур и технологий их возделывания. Применение интенсивной технологии обеспечивает получение прибавки урожая культур севооборота.

Ключевые слова: дерново-подзолистые почвы, технологии возделывания полевых культур, биологическая активность почвы, урожайность полевых культур

Dynamics of biological activity of sod-podzolic soil with different technologies of cultivation of field crops

Candidate of Agricultural Sciences, Docent E.V. Chebykina
(FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Abstract. The results of the influence of various technologies of cultivation of field crops on the indicators of biological activity of sod-podzolic soil in the conditions

of the Yaroslavl region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation are presented. In the course of studies conducted during two growing seasons, no reliable dependence of the indicators of biological activity of the soil on the cultivated field crops and technologies of their cultivation has been established. The use of intensive technology ensures an increase in the yield of crop rotation crops.

Keywords: sod-podzolic soils, technologies of cultivation of field crops, biological activity of soil, yield of field crops

Многообразные биохимические процессы, происходящие в почве, можно описать комплексным понятием «биологическая активность». Показатели биологической активности почвы необходимы для характеристики ее как биологической системы и оценки степени ее изменения под влиянием антропогенного воздействия, в особенности повреждения токсикантами и техногенными перегрузками [1].

В настоящее время антропогенное воздействие на почвы сельскохозяйственных угодий стало мощным почвообразующим фактором, оказывающим влияние в первую очередь на ее биотические компоненты. В почвы агроценозов поступает множество различных химических ингредиентов – минеральные удобрения, химические средства защиты растений, стимуляторы роста и другие средства химизации. Эти вещества могут изменять биологическую активность почвы от сильного активирования до полного ингибирования [2].

В связи с этим представляет интерес изучение динамики показателей биологической активности почвы при выращивании сельскохозяйственных культур при разных по интенсивности воздействия на почву технологиях возделывания.

Методика

Изучение динамики показателей биологической активности дерново-подзолистой почвы проводилось в 2021-22 гг. в 2-факторном стационарном полевом опыте, заложенном на опытном поле ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Опыт заложен в 2021 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве.

Перед закладкой опыта почва пахотного горизонта содержала: гумуса – 3,51%, обменного калия – 98,01 мг/кг, легкодоступного фосфора – 266,57 мг/кг почвы, pH солевой вытяжки – 5,1, гидролитическая кислотность – 1,65 мг-экв /100 г почвы, степень насыщенности почв основаниями – 87,36%. По содержанию элементов питания относится к среднеокультуренной и пригодной для возделывания полевых культур.

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта 3-кратная.

Схема 2-факторного стационарного полевого опыта (6 х 3)

Фактор А – Культура

Чередование культур в севообороте:

1. Ячмень с подсевом многолетних трав (клевер полевой + тимофеевка луговая).

2. Многолетние травы 1 г.п.

3. Многолетние травы 2 г.п.

4. Озимые зерновые.

6. Однолетние травы.

7. Яровая пшеница.

Фактор В – технологии возделывания культур:

I. Экстенсивная технология возделывания полевых культур (К) – без удобрений и без пестицидов.

II. Органическая технология возделывания полевых культур (О) – без минеральных удобрений и пестицидов. В качестве органических удобрений используются сидерат (рапс), солома, последний укос многолетних трав, навоз.

III. Интенсивная технология возделывания полевых культур (И) – удобрения вносятся дифференцированно по культурам севооборота и проводится защита растений от болезней, вредителей и сорняков.

В качестве органического удобрения применялась солома от предшествующих яровой пшеницы и ячменя по вариантам и заделывалась первыми обработками под культуры. Внесение комплексного минерального удобрений (азофоска) на вариантах с интенсивной технологией выращивания полевых культур в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$.

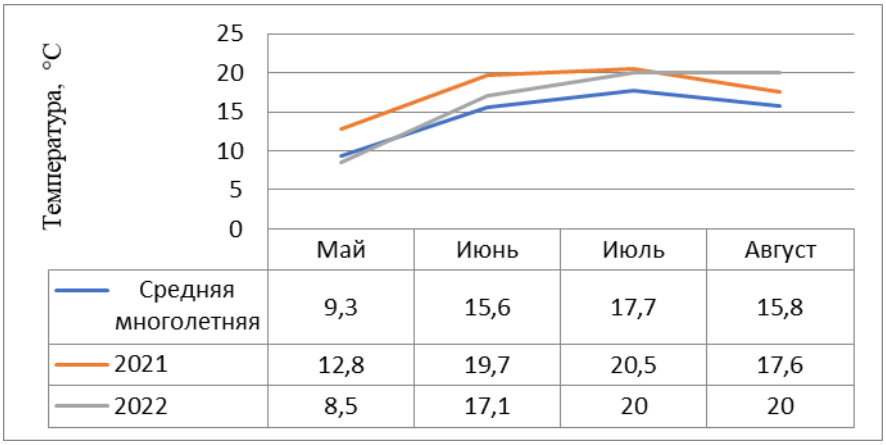
При проведении исследований использовались следующие методики: содержание органического вещества по методу И.В. Тюрина (вариант ЦИНАО), целлюлозоразлагающая активность почвы определялась методом аппликации, активность фермента каталаза газометрическим методом, «дыхание» почвы в лаборатории по Галстяну. Величина урожая учитывалась сплошным поделяночным методом с пересчетом на абсолютно чистую продукцию.

Результаты

Биологическая активность почвы - важнейший показатель уровня плодородия почвы и условий роста и развития растений.

Для характеристики биологической активности почвы используют целый ряд показателей: процентное содержание гумуса, ферментативную активность, целлюлозоразлагающую способность, интенсивность дыхания почвы, видовой состав микрофлоры и т.д. Все вышеперечисленные показатели являются индикаторами изменения условий среды, т.к. быстро трансформируются под действием внешних факторов, в том числе и метеорологических [3; 4].

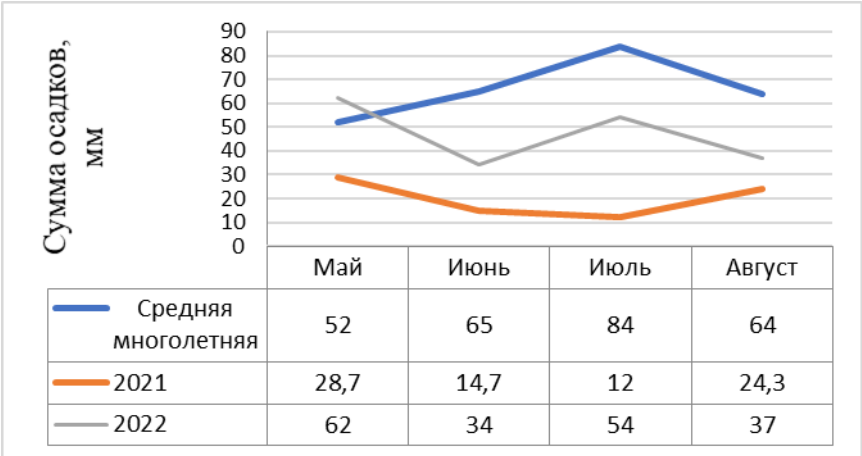
Вегетационные периоды наших исследований по своим метеорологическим условиям очень сильно отличались от средних многолетних показателей (рисунки 1, 2). Летом 2021 года наблюдалась преимущественно жаркая и сухая погода, среднесуточная температура воздуха на 3-4°С превышала среднюю многолетнюю в течение всей вегетации яровых культур, а осадков выпало всего 30% от средней многолетней нормы.



	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя многолетняя	9,3	15,6	17,7	15,8
2021	12,8	19,7	20,5	17,6
2022	8,5	17,1	20	20

Рисунок 1 – Средняя месячная температура воздуха за вегетационные периоды в 2021 и 2022 годах (°С)

Вегетационный период 2022 года не так сильно отличался своими метеорологическими показателями от средних многолетних, однако средние месячные температуры в летние месяцы превышали средние на 2-3°С, а недостаток осадков составил чуть более 50%. Сложившиеся неблагоприятные условия оказали свое негативное влияние на биоту агроландшафта нашего опытного участка, это проявилось не только в ускоренном развитии выращиваемых культур и снижении их урожайности, но и депрессии биологической активности почвы.



	Май	Июнь	Июль	Август
Средняя многолетняя	52	65	84	64
2021	28,7	14,7	12	24,3
2022	62	34	54	37

Рисунок 2 – Сумма осадков за вегетационные периоды в 2021 и 2022 годах (мм)

Биологическая активность почвы, в том числе активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, тесно связана с содержанием и составом органического вещества. Содержание органического вещества в пахотном горизонте почвы в период закладки опыта составляло 3,51%, что свидетельствует о его низком содержание. За первый год ротации севооборота не наблюдалось существенного накопления органического вещества, но можно отметить некоторые проявившиеся тенденции, как по культурам, так и по технологиям (таблица 1).

Выделение роли изучаемых факторов позволило установить значительное усиление процессов минерализации органического вещества при выращивании однолетних трав. По остальным культурам достоверных различий не обнаружено. Можно отметить наметившуюся дифференциацию пахотного горизонта на слои. При выращивании яровой пшеницы большее количество органического вещества находилось в нижнем слое 10-20 см, под остальными культура в верхнем слое 0-10 см. Из изучаемых технологий возделывания не существенному росту интенсивности процессов гумификации способствовало выращивание полевых культур по интенсивной технологии по сравнению с экстенсивной. Причем большее количество органического вещества было сконцентрировано в нижнем слое пахотного горизонта 10 - 20 см. Органическая технология способствовала усилению минерализации органического вещества.

Недостаток почвенной влаги в 2021 г особенно сильно отразился на активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов и «дыхании» почвы.

Стимулированию активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почве в большей степени способствовало выращивание многолетних трав и использование органической технологии выращивания полевых культур. По всем вариантам лучшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов складывались в нижнем слое 10-20 см.

Таблица 1 – Биологическая активность почвы в пахотном слое 0-20 см в среднем за вегетацию полевых культур (2021 г.)

Вариант	Содержание органического вещества в почве, %	Целлюдозоразла-гающая способность почвы, % разложения льняного полотна	Актив-ность фермента каталаза, мл O_2/г почвы	«Дыхание» почвы, мг CO_2 на 10 г почвы за сутки
Фактор А. Культура				
Ячмень	3,77	11,32	2,24	12,67
Многолетние травы 1 г.п.	3,64	11,61	1,94	13,17
Однолетние травы	3,08*	9,11	2,06	18,59
Яровая пшеница	3,66	10,38	1,96	13,27
$НСР_{05}$	0,31	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Технология возделывания				
Экстенсивная	3,53	10,34	2,19	15,91
Органическая	3,46	11,32	2,08	14,29
Интенсивная	3,56	9,94	1,89	13,08
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

По обогащенности почв ферментами почва нашего опытного участка имеет слабую степень обеспеченности каталазой. По мере роста и развития культур активность фермента не увеличивалась. В течение всего периода роста культур большая активность каталазы отмечалась под посевом ячменя. Значения ферментативной активности под остальными выращиваемыми культурами были примерно на одном уровне. При этом можно отметить, что более сильное торможение активности каталазы наблюдалось под посевами многолетних трав и яровой пшеницы. При сравнении изучаемых технологий

возделывания в среднем по сельскохозяйственным культурам, можно отметить более высокую каталазную активность на фоне экстенсивной технологии в течение всего вегетационного периода. Снижению активности фермента в большей степени способствовала интенсивная технология.

Выделение CO_2 из почвы в среднем за вегетацию полевых культур составило 14,43 мг CO_2/10 г почвы, что соответствует среднему уровню биологической активности почвы. При сравнении результатов анализов, проведенных в начале и конце вегетации можно отметить рост выделения CO_2 перед уборкой выращиваемых культур, что является вполне закономерным, в связи с ростом корневой системы растений.

Таким образом, более высокими показателями биологической активности почвы в 2021 году отличалась экстенсивная технология возделывания, особенно при ее применении для выращивания ячменя.

В 2022 году при более благоприятных метеорологических условиях активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и «дыхание» почвы усилились (таблица 2). Целлюлозоразлагающая способность почвы составила в среднем по опыту 36,89%, что соответствует средней степени биологической активности почвы. При этом наиболее благоприятные условий для жизнедеятельности целлюлитиков складывались при выращивании яровых зерновых культур, особенно яровой пшеницы. Росту активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов способствовало проведение органической технологии. Отмечалась четкая дифференциация пахотного горизонта на слои, большей целлюлозоразрушающей способностью почвы отличался нижней слой 10-20 см, что обусловлено большей влажностью нижнего горизонта и достаточной его аэраций.

Таблица 2 – Биологическая активность почвы в пахотном слое 0-20 см в среднем за вегетацию полевых культур (2022 г.)

Вариант	Целлюдозоразлагающая способность почвы, % разложения льняного полотна	Активность фермента каталаза, мл O_2/г почвы	«Дыхание» почвы, мг CO_2 на 10 г почвы за сутки
Фактор А. Культура			
Ячмень	38,52	2,61	30,58
Многолетние травы 1 г.п.	37,49	2,59	31,01
Многолетние травы 2 г.п.	36,77	2,57	33,66
Яровая пшеница	41,16	2,28	29,67
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$
Фактор В. Технология возделывания			
Экстенсивная	32,27	2,49	29,51
Органическая	40,52	2,45	31,83
Интенсивная	37,89	2,64	31,98
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Активность фермента каталаза сохранилась на уровне предшествующего периода вегетации и составила в среднем по опыту 2,53 мл O_2/г почвы, что соответствует бедной степени обогащенности почвы. Каталазная активность

увеличивалась по мере роста выращиваемых культур. Наиболее сильно интенсивность фермента в начале вегетации увеличилась под посевами яровых зерновых культур (ячменя и яровой пшеницы). Несмотря на это, каталазная активность при выращивании яровой пшеницы оставалась самой низкой при сравнении с другими культурами. Активность фермента каталаза, так же как и активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов, на достаточно высоком уровне поддерживало ведение органической технологии возделывания. На фоне интенсивной технологии данный показатель несколько снижался в сравнении с экстенсивной технологией.

По показателю «дыхание» почвы в 2022 году опытный участок отличался очень высоким уровнем биологической активности (31,11 мг CO_2 на 10 г почвы за сутки). Анализ дыхания почвы не позволил выявить значительного влияния на него изучаемых полевых культур и технологий их выращивания. Не смотря на достаточно близкие значения показателей более интенсивным «дыханием» отличалась почва под посевом многолетних трав, чуть меньшие значения выделения CO_2 были получены под яровыми зерновыми. Причем следует отметить, что если в начале вегетации «дыхание» почвы под яровой пшеницей было чуть выше, чем под ячменем, то в конце оно не, только не увеличилось, а даже уменьшилось. Анализируя динамику «дыхания» почвы по технологиям выращивания можно отметить рост выделения CO_2 к концу вегетации при органической и интенсивной технологиях и его снижение по экстенсивной.

Многочисленными исследованиями установлена полная согласованность между показателями биологической активности почвы и величиной урожая. Проведенный нами корреляционно-регрессионный анализ, позволил установить среднюю степень зависимости урожайности выращиваемых культур от содержания органического вещества (r = - 0,45) и активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов (r = - 0,45) в 2021 году, и «дыхания» почвы (r = 0,66) и активности каталазы (r = 0,31) в 2022 году.

Таблица 3 – Урожайность полевых культур в 2021 и 2022 годах, ц к.ед. / га

Вариант	2021	2022
	ц к.ед. / га	
Фактор А. Культура		
Ячмень + мн.тр.	12,46	15,79
Многолетние травы 1 г.п.	-	35,98
Многолетние травы 2 г.п.	-	51,08*
Однолетние травы	15,15	26,52
Яровая пшеница	9,84	10,41
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	23,39
Фактор В. Технология возделывания		
Экстенсивная	8,51	30,11
Органическая	9,20	30,38
Интенсивная	12,46	34,95
$НСР_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$

Неблагоприятные условия вегетационных периодов особенно сильно отразились на росте и развитии яровых зерновых культур, особенно на более

требовательной яровой пшенице. Многолетние травы, особенно второго года использования, оказались более устойчивы к условиям вегетационного периода и формировали достаточно высокий урожай.

Выделение роли технологий выращивания в формировании урожая полевых культур не позволило выявить между ними существенного различия. Тенденции к росту урожая были отмечены при использовании интенсивной технологии, предусматривающей внесение минеральных удобрений и применение пестицидов. Урожайность, по органической и экстенсивной технологиям, была получена примерно на одном уровне.

Заключение

1. Биологическая активность почвы находиться в прямой зависимости от метеорологических условий. При недостатке почвенной влаги активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и «дыхание» почвы интенсивно снижаются.

2. Технологии возделывания полевых культур не оказали существенного влияния на показатели биологической активности почвы. Можно отметить наметившуюся тенденцию роста активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов при органической технологии.

3. Не обнаружено тесной зависимости урожайности полевых культур с показателями биологической активности почвы. Наиболее высокий уровень урожайности полевых культур обеспечивает использование интенсивной технологии.

Список источников

1. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв / Г.В. Добровольский / М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 С.
2. Власенко А.Н. Ресурсосбережение в системе обработки почвы при возделывании яровой пшеницы / А.Н. Власенко, В.К. Каличкин, Д.С. Андриянушкин // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – №5. – С. 15-18.
3. Шикула Н.К. Воспроизводство гумуса при почвозащитной системе земледелия / Н.К. Шикула, А.Ф. Гнатенко // Земледелие. – 1991. – № 2. – С. 40-43.
4. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприемов / Е.В. Чебыкина, П.А. Котяк, А.М. Труфанов, Н.Б. Громов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 29-34.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ»

Amandeep Kaur[1, 2], Anand Narain Singh[2]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; [2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India)

Impact of weed infestation on root functional traits of wheat crop: an ecological assessment 4

Amandeep Kaur[1, 2], Anand Narain Singh[2]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; [2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India)

Role of leaf construction cost as a vital trait in invasibility 8

Magdaléna Lacko-Bartošová[1], Amandeep Kaur[1, 2], Lucia Lacko-Bartošová[1], Ľubomír Kobida[1], Sergey Shchukin[3]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; [2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India; [3]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Comparative study of phenolic acids profile of emmer and common wheat 13

Magdaléna Lacko-Bartošová[1], Amandeep Kaur[1, 2], Lucia Lacko-Bartošová[1], Ľubomír Kobida[1], Alexander Trufanov[3]
([1]Institute of Agronomic Sciences, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; [2]Department of Botany, Panjab University, Chandigarh, India; [3]FSBEI HE «Yaroslavl SAU», Yaroslavl, Russia)

Phenolic compounds content and DPPH of emmer cultivars 18

Герасимова А.С., Воронин А.Н.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Влияние обработки почвы, удобрений и гербицидов на всхожесть и сохранность к уборке растений овса 23

Дубинин В.В.[1], Сабирова Т.П.[1, 2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», пос. Михайловский, Россия)

Качественные показатели растений ячменя в зависимости от технологий возделывания и видов калийных удобрений с инокуляцией семян бактериальными препаратами 27

Иванова С.С., Соколов И.М.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Влияние различных технологий возделывания многолетних трав на урожайность и фитосанитарное состояние посевов в условиях Ярославской области 32

Маматкулов А.В., Ахмедходжаев М.Ю.
(Отраслевой центр переподготовки и повышения квалификации педагогических кадров при Ташкентском государственном аграрном университете, Республика Узбекистан)

Значение международных отношений сотрудничества в повышении качества профессионального образования 37

Терентьев П.В., Филатов Д.А., Шильников С.В., Мартюхин Д.А.
(ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, Нижний Новгород, Россия)

Принципы разработки цифрового двойника с применением БПЛА для анализа агроэкологического состояния земель 41

Труфанов А.М.[1], Сабирова Т.П.[1, 2], Лацко-Бартошева М.[3], Филатова Т.Н.[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», пос. Михайловский, Россия; [3]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия)

Управление сорной растительностью в кормовом севообороте при различных технологиях возделывания 46

Трущенко А.А. [1, 2], Сабирова Т. П. [1, 2] *([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]Ярославский НИИЖК – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», пос. Михайловский, Россия)*

Влияние севооборота на укрепление кормовой базы и плодородия почвы 54

Щукин С.В.[1], Лацко-Бартошева М.[2], Седова В.В.[1], Пасхина Е.В.[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]Институт агрономических наук, факультет агробиологии и пищевых ресурсов, Словацкий сельскохозяйственный университет в Нитре, Словакия)

Влияние технологий разной степени интенсификации и биологизации на сопротивление пенетрации почвы кормового севооборота 62

Секция «ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Бордюгова С.С., Белянская Е.В., Коновалова О.В., Пащенко О.А., Зайцева А.А.
(ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, ЛНР, Россия)

Определение критических точек контроля при изготовлении рыбных пресервов «Сельдь специального посола» в ООО «ДОН-ЭСТ ПЛЮС» 66

Горнич Е.А.[1], Ткачева И.С.[2], Чугреев М.К.[1], Дурягина А.В.[1]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]ООО Ярославский научно-исследовательский центр прикладных проблем «Парадокс», Ярославль, Россия)

Породный состав медоносных пчёл в разных районах Ярославской области и репродукция среднерусских пчёл на экспериментальной пасеке 70

Гусаков Г.В., Жудро В.М.
(РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь)

Smart-диагностика конкурентоспособности предприятий мясо-молочной промышленности 76

Сороко О.Л., Беспалова Е.В., Пинчук Г.П., Бареко Э.А.
(РУП «Институт мясо-молочной промышленности», Минск, Республика Беларусь)

Инновационные подходы к переработке отходов 82

Тишанинов Н.П.
(ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, Россия)

Обоснование комплексного критерия качества работы триера 86

Чугреев М.К.[1], Сенченко М.А.[1], Ткачева И.С.[2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]ФГБУ «ФНИЦ Охота», Москва, Россия)

Цитогенетический анализ – перспективное направление в методике определения стабильности (нестабильности) наследственной основы организма животных на примере изучения эритроцитов в мазке крови 90

Секция «УПРАВЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЕМ И УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ»

Захаров В.Л.
(ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», Елец, Россия)

Вклад физико-химических параметров почв ЦЧР в формирование урожайности яблони 98

Воронин А.Н., Иванова М.Ю.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Влияние технологий возделывания на интенсивность развития болезней в посевах яровой пшеницы 102

Колесникова И.Я.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Численность и структура комплексов почвенных микромицетов под посевами сельскохозяйственных культур 106

Котяк П.А.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Оценка влияния технологий возделывания культур на состояние почвы методом биотестирования 112

Милюткин В.А., Блинова О.А., Кузьмина С.П., Казарина А.В. *(ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, Кинель, Россия)*

Удобрение КАС-двойной эффект при развитии сельхоз-культур через корни и листья применением специальной техники 120

Рыбина В.Н., Миличенко А.А., Зеленский С.С.
(ГОУ ВО ЛНР ЛГАУ, Луганск, Россия)

Удобрение Наногрин и регулятор роста Биоглобин в посевах кукурузы 127

Степанова В.М.[1], Комов В.Т.[2], Гремячих В.А.[2]
([1]ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия; [2]ИБВВ РАН, Борок, Ярославская обл., Россия)

Накопление и распределение ртути в многолетних травах и дерново-подзолистой почве Ярославского района Ярославской области 133

Таран Т.В.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Формирование урожая ячменя при разных технологиях возделывания 138

Худошина Н.В., Соколов А.В.
(ФГБУ ГСАС «Ярославская», Ярославская область, Россия)

Агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий Ярославской области в 2022 году 144

Чебыкина Е.В.
(ФГБОУ ВО «Ярославский ГАУ», Ярославль, Россия)

Динамика биологической активности дерново-подзолистой почвы при разных технологиях возделывания полевых культур 150

Научное издание

РОЛЬ АГРАРНОЙ НАУКИ В УСТОЙЧИВОМ РАЗВИТИИ АПК

Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

Ярославль, 06 апреля 2023 г.

Текстовое электронное сетевое издание

Статьи публикуются в авторской редакции.
Авторы несут ответственность за содержание публикаций.

Подписано к использованию 11.08.2023 г.

Объем издания 16,7 МБ. Минимальные системные требования: процессор Intel Pentium 1,3 ГГц и выше; оперативная память 256 Мб и более; операционная система Microsoft Windows XP/Vista/7/10; разрешение экрана 1024x768 и выше; мышь; дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше.

Издательство ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58.
https://yaragrovuz.ru/