

ISSN (print) 1997-4868
e ISSN 2307-0005

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2020
№10 (201)

Сведения о редакционной коллегии

И. М. Донник (главный редактор), академик РАН, вице-президент РАН (Москва, Россия)
О. Г. Лоретц (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)
П. Сотони (заместитель главного редактора), доктор ветеринарных наук, профессор, академик Венгерской академии наук, академик Польской медицинской академии, ректор, Университет ветеринарной медицины Будапешта (Будапешт, Венгрия)

Члены редакционной коллегии

Н. В. Абрамов, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)
В. Д. Богданов, член-корреспондент РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)
В. Н. Большаков, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)
О. А. Быкова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Б. А. Воронин, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
Э. Д. Джавадов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Россия)
Л. И. Дроздова, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)
А. С. Донченко, академик РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Россия)
Н. Н. Зезин, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)
С. Б. Исмуратов, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)
В. В. Калашников, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)
А. Г. Кошаев, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)
В. С. Мырнин, ОАО «Уралплемцентр» (Екатеринбург, Россия)
А. Г. Нежданов, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
М. С. Норов, Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемур (Душанбе, Таджикистан)
В. С. Паштецкий, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)
Ю. В. Плугатарь, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, начальник Отдела РАН по взаимодействию с научными организациями Крыма и города федерального значения Севастополя, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (Ялта, Россия)
А. Г. Самоделькин, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, Россия)
А. А. Стекольников, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)
В. Г. Тюрин, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)
И. Г. Ушачев, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)
С. В. Шабунин, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)
И. А. Шкуратова, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

Editorial board

Irina M. Donnik (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)
Olga G. Loretts (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Péter Sótónyi (Deputy chief editor), doctor of veterinary sciences, professor, academician of Hungarian Academy of Sciences, academician of Polish Medical Academy, rector, University of Veterinary Medicine of Budapest (Budapest, Hungary)

Editorial Team

Nikolay V. Abramov, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)
Vladimir D. Bogdanov, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)
Vladimir N. Bolshakov, Academician of the Russian Academy of Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)
Olga A. Bykova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Boris A. Voronin, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Eduard D. Dzhavadov, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (Lomonosov, Russia)
Lyudmila I. Drozdova, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)
Aleksandr S. Donchenko, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East (Novosibirsk, Russia)
Nikita N. Zezin, Ural Research Institute of Agriculture (Ekaterinburg, Russia)
Sabit B. Ismuratov, Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)
Valeriy V. Kalashnikov, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences, the All-Russian Research Institute for Horsebreeding (Ryazan, Russia)
Andrey G. Koshchayev, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)
Vladimir S. Mymrin, “Uralplemtsentr” (Ekaterinburg, Russia)
Anatoliy G. Nezhdanov, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Mastibek S. Norov, Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)
Vladimir S. Pashtetskiy, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)
Yuriy V. Plugatar, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, member of the Presidential Council for Science and Education, Head of the Department of the Russian Academy of Sciences for Cooperation with Scientific Organizations of Crimea and Sevastopol, The Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia
Aleksandr G. Samodelkin, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (Nizhny Novgorod, Russia)
Anatoliy A. Stekolnikov, Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russia)
Vladimir G. Tyurin, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)
Ivan G. Ushachev, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)
Sergey V. Shabunin, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Veterinary Research Institute of Pathology, Pharmacology and Therapy of the Russian Academy of Agricultural Sciences (Voronezh, Russia)
Irina A. Shkuratova, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

Нас индексируют / Indexed

ВЫСШАЯ
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)
При Министерстве образования и науки
Российской Федерации



Food and Agriculture Organization
of the United Nations



ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



Содержание

Агротехнологии

- R. A. Biktimirov, Z. M. Sharipkulova, A. A. Nizaeva 2
Agroecological assessment of Sudan grass cultivars and new hybrid populations of Bashkir selection

- Н. И. Бурцева 8
Агротехнические приемы возделывания люцерны на семена в условиях орошения в Нижнем Поволжье

- Н. М. Велижанов 16
Сорт и его качество в энергосберегающей технологии производства томата

- Л. П. Икоева, О. Э. Хаева 22
Эффективность применения органоминерального удобрения «Биоклад» на смешанном посеве овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания

- F. Keita, M. Yu. Karpukhin 29
Improvement of potato cultivation technology in conditions of Middle Urals

Биология и биотехнологии

- Е. С. Аврамова, О. Е. Черепанова 35
Введение в культуру in vitro *Hedysarum gmelinii* Ledeb.

- И. М. Донник, О. Г. Лоретц, О. С. Чеченихина, О. А. Быкова, А. В. Степанов 43
Оценка типа стрессоустойчивости коров-матерей и их потомков

- А. П. Карташова, Э. В. Фирсова 50
Комплексная оценка скота молочного направления продуктивности

- Н. А. Морозков, Г. П. Майсак 57
Результат использования сенажа из эспарцета песчаного в рационах молочных коров

- О. Н. Хапилина, О. Б. Райзер, А. С. Туржанова, Р. Н. Календарь 64
Выделение и PBS-дифференциация изолятов *Alternaria* spp.

Экономика

- К. П. Стожко, Д. К. Стожко 73
Креативное управление кадрами регионального АПК в условиях макроэкономической нестабильности

- М. А. Сумарокова 84
Методика интегральной оценки ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций региона

Contents

Agrotechnologies

- R. A. Biktimirov, Z. M. Sharipkulova, A. A. Nizaeva
Agroecological assessment of Sudan grass cultivars and new hybrid populations of Bashkir selection

- N. I. Burtseva
Agrotechnical methods of alfalfa cultivation for seeds under irrigation conditions in the Lower Volga region

- N. M. Velizhanov
Variety and its quality in energy-saving tomato production technology

- L. P. Ikoeva, O. E. Khaeva
Efficiency of organomineral fertilizer "Bioklad" in mixed sowing of oats with peas in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania

- F. Keita, M. Yu. Karpukhin
Improvement of potato cultivation technology in conditions of Middle Urals

Biology and biotechnologies

- E. S. Avramova, O. E. Cherepanova
Establishment of in vitro culture of *Hedysarum gmelinii* Ledeb.

- I. M. Donnik, O. G. Lorets, O. S. Chechenikhina, O. A. Bykova, A. V. Stepanov
Assessment of the type of stress tolerance mother cows and their descendants

- A. P. Kartashova, E. V. Firsova
Multipurpose evaluation of the dairy cattle

- N. A. Morozkov, G. P. Maysak
The result of using a haylage made of sandpaper in the diets of dairy cows

- O. N. Khapilina, O. B. Raizer, A. S. Turzhanova, R. N. Kalendar
Isolation and PBS differentiation of isolates *Alternaria* spp.

Economy

- K. P. Stozhko, D. K. Stozhko
Creative personnel management of a regional agroindustrial complex in conditions of macroeconomic instability

- M. A. Sumarokova
Method of integral assessment of resource potential of agricultural organizations region

Agroecological assessment of Sudan grass cultivars and new hybrid populations of Bashkir selection

R. A. Biktimirov¹✉, Z. M. Sharipkulova¹, A. A. Nizaeva¹

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture – Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

✉ E-mail: biktimirov.rifx@yandex.ru

Abstract. The purpose of research is to evaluate Sudan grass cultivars in terms of phenotypic plasticity and yield stability in changing environmental conditions. **Research methods.** The article presents the data of the research conducted in conditions of the Cis-Ural steppe of the Bashkortostan Republic in 2016–2019. 12 Sudan grass cultivars and hybrid populations, selected in the Bashkir Research Institute of Agriculture, being of varied ripeness, were studied for yielding capacity, stability, and plasticity. Weather conditions in the years of research on temperature and water regimes were different. That made it possible to evaluate the lines in contrasting conditions of cultivation. **Results.** The most adaptive varieties for forage cultivation were identified: Demskaya variety and populations 285, 318 and 395 with a regression coefficient b_i close and equal to one, are characterized as plastic; populations 392, 400, 446/2 are responsive to better growing conditions and characterized as intensive – $b_i > 1$. When cultivated for seeds, population 318 is defined as plastic, while Smena, Demskaya, Chishminskaya rannyaya, Yaktash cultivars, populations 276, 285, 392, 446/2 and 395 are responsive to improved growing conditions and identified as intensive. The best populations according to the comprehensive assessment of varieties for dry matter yield, plasticity and stability are: 400 (yield 69.7 c/ha; plasticity – 1.1; stability – 40.5) and 395 (69.2 c/ha; 1.0; 36.4, respectively). Populations 358 (yield 29.6 c/ha; plasticity – 1.0; stability – 5.2) and 318 (28.1 c/ha; 0.9; 4.2, respectively) were recognized as the best Sudan grass cultivars and populations in terms of seed productivity, plasticity and stability. **Scientific novelty.** The article collects and presents the materials of many years of the study on Sudan grass phenotypic plasticity and stability.

Keywords: sorghum (*Sorghum moench*), Sudan grass (*Sorghum sudanense*), yielding capacity, adaptivity, plasticity, stability.

For citation: Biktimirov R. A., Sharipkulova Z. M., Nizaeva A. A. Agroecological assessment of Sudan grass cultivars and new hybrid populations of Bashkir selection // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 2–7. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-2-7.

Paper submitted: 03.06.2020.

Introduction

Sudan grass is one of the few crops that fully meet the requirements of adaptive-landscape farming in arid regions [10, p. 56]. The crop can withstand long air and soil droughts. It grows quickly after mowing, has a high and stable yielding capacity, high feeding value, and serves multiple purposes. All these qualities make it indispensable for summer feeding of animals and forage production for winter livestock [1, p. 5], [2, p. 33], [16, p. 5], [24, p. 1563].

Forage crop varieties, being of a sufficiently high potential yield, tend to reduce it significantly in production conditions. This is due to the high responsiveness of the crop to changing agro-climatic growing conditions [2, p. 34], [17, p. 49], [18, p. 29]. In this regard, one of the most important directions in crop selection was to develop cultivars that would combine high yielding capacity, crop quality and resistance to environmental factors at the level of the variety, agrocenosis, agroecosystem [1, p. 31], [2, p. 34], [9, p. 492], [22, p. 11], [13, p. 3].

In recent years, cultivation of Sudan grass in the Republic of Bashkortostan has spread to more northern areas not favorable for its growth. This resulted in new problems in crop selection due to the fact that in some years the cultivars do not mature for seeds [23, p. 6]. Therefore, one of the main reasons

preventing the expansion of the cultivated land for Sudan grass is the lack of early-matured seeds of highly productive varieties [21, p. 25]. There is an urgent need to study new Sudan grass cultivars and hybrid populations to identify samples that would be characterized by crop stability and high responsiveness to better cultivation conditions [4, p. 550], [5, p. 619], [19, p. 9]. Thus, the efforts of breeders should be aimed at creating environmentally plastic varieties that provide sufficiently high yields in conditions of unstable and sharply changing climatic conditions of the region.

There environmental tests are conducted to find stable and adaptive crop varieties and lines (including fodder crops with higher yields of forage and seed production). They detect cultivar reaction to changing weather conditions, including indicators of phenotypic plasticity and stability [3, p. 149], [11, p. 46], [12, p. 16]. The highest yields of varieties and hybrids in various soil and climatic conditions can be achieved when there is a balance between environmental plasticity and stability [3, p. 4], [14, p. 16], [15, p. 58].

The research goal is to evaluate Sudan grass cultivars in terms of phenotypic plasticity and yield stability in changing environmental conditions.

Methods

The work was done in experimental plots of the Chishminskiy crop-breeding center of the Bashkir Research Institute of Agriculture under the soil and climatic conditions of the Cis-Ural steppe zone of the Bashkortostan Republic in 2016–2019.

The soil cover of the experiment site is represented by typical carbonate chernozems of medium capacity. The soil texture is medium loam, being lighter with depth. The underlying rocks are sandstones and marls that contribute to easy infiltration. Therefore, the lack of precipitation in this zone results in the soil drought. The average humus content in the upper arable layer ranges from 7 to 9 % (according to Tiurin). It is 3.2...3.4 % at a depth of 40 ... 60 cm. The reaction of the soil solution is close to neutral being 7.1...7.4. The content of total nitrogen is 0.4 % (by Kjeldahl), exchangeable potassium (by Chirikov) and mobile phosphorus (by Chirikov) are 20.5 mg / 100 g and 10.2 mg/100 g of dry soil; the calcium content is 35 mg-EQ/100 g (by Aidinian).

The experiment involved 12 Sudan grass varieties and hybrid populations of selection of the Bashkir Research Institute of Agriculture. Chishminskaya rannyaya was chosen as a standard Sudan grass cultivar released in the Ural region and the Republic of Bashkortostan.

Cultivation methods for Sudan grass are generally accepted for the soil and climatic conditions of the Cis-Ural steppe. In all years of research, the predecessor was spring wheat. The crop was sown on May 25–28, when the soil was warmed to the minimum favorable temperatures for Sudan grass to emerge; the seeding rate was 2.0 million germinated seeds/ha. Seeding was carried out with a central-fill planter SKS-6-10 in rows (the row-width spacing was 15 cm). Two-factor experience. The plot area was 18.9 m², the accounting area to determine the fodder yield – 6.9 m², seed yield – 8.05 m². Varieties were placed in a random fashion; the repeatability in experiments is fourfold.

Competitive testing of Sudan grass cultivars and hybrid populations was conducted in accordance with the guidelines of the All-Russian Scientific Research Institute of Fodder named after V. R. Williams [6], the method of the State Committee for testing of new crop varieties [26] and field experience [25].

Phenotypic plasticity (b_i) and stability ($\sigma^2 d$) were found by the method of S. A. Eberchart, W. A. Russel, which consists in calculating the coefficient of linear regression (b_i) and the mean square deviation from the theoretical regression line ($\sigma^2 d$), (1966) as presented by V. A. Zykin [8]. At the first stage, environmental conditions are evaluated using the I_j index: the higher the I_j value, the more favorable the conditions are. Then the linear regression coefficient (b_i) and the mean square deviation from the theoretical regression line ($\sigma^2 d$) were calculated. Stress tolerance of varieties and populations ($Y_{\min} - Y_{\max}$) is an important indicator of adaptivity and phenotypic plasticity, determined by the difference between the minimum and maximum yield in c/ha. The indicator $((Y_{\max} + Y_{\min})/2)$ shows the average yield of the variety (c/ha) in contrasting (stressful and non-stressful) conditions and characterizes the genetic flexibility of the cultivar, its compensatory ability. The higher is this indicator, the higher is the degree of correspondence between the variety genotype and environmental factors. These two in-

dicators were calculated using the equations of A. A. Rossille, J. Hamblin as interpreted by A. A. Goncharenko [7, p. 50], the scale of productivity (d) – according to V. A. Zykin [8].

Meteorological conditions in the years of research were unstable during the growing season, which gave an objective assessment of the studied lines based on the prevailing environmental conditions, primarily due to the hydrothermal regime.

In 2016, the average air temperature in the third decade of May was 19.0 °C; the precipitation rate was 13 % of the norm. The temperature in the first third of June was below the norm by 1.2 °C, in the second third it exceeded 2.5 °C. Precipitation rates for month thirds were 47; 22 and 200 % of the norm. In July, the average air temperature and precipitation in thirds were 20.4; 21.5; 22.4 °C and 12.2; 4.4 and 1.4 mm, respectively. In August-the average air temperature exceeded the average values by 6.5; 8.8 and 5.1 °C, precipitation rates were 69; 73 and 81 % of the norm.

In 2017, the last third of May was cool (12.1 °C) and rainy (213 % of the norm). The first third of June was cool (11.8 °C), the second – moderately warm (17.3 °C), the third was also characterized by a lack of heat (17.2 °C), precipitation for the thirds were 447; 96 and 115 % of the norm. The average air temperature in July for decades was 17.2; 19.3 and 21.1 °C; precipitation rate was 30.6; 15.9 and 1.2 mm; in August, the air temperature for decades was 20.2; 17.2; and 19.6 °C and the amount of precipitation was 24.1; 4.8 and 9.1 mm, respectively.

In 2018, the third decade of May was rainy (154 % of the norm) and warm (14.7 °C). The first two decades of June were cool (12.4 and 15.6 °C, which is 4.4 and 2.1 °C below the average annual data), the third decade was warm (21.1 °C), precipitation for the decades was 16.6; 6.5 and 35 % of the norm. The average temperature in July for decades was 22.4; 21.2 and 20.6 °C, which was higher than the norm by 3.1; 1.8 and 1.9 °C, precipitation was 6.7; 12.8 and 0.0 mm. The average temperature in August for decades was at the average annual level being 20.3; 17.9; and 16.2 °C, precipitation rate was 83; 53 and 79 % of the norm.

In 2019, the third decade of May was warm (14.6 °C) and wet (24.1 mm). The air temperature for decades in June was 16, 5; 16.4; and 19.4 °C or –0.3; –1.3 and +1.3 °C of the norm, precipitation was 183.3; 22.1 and 32.0 % of the average annual values. In July, the first decade was cool being 17.9 °C (–1.4 °C); the second one was warm (+1.8 °C), and the third decade was within the norm; precipitation for decades was 148.3; 40 and 13 % of the norm. The first decade of August was cold, the second-warm, the third – cool (–3.3; +1.4 and –1.7 °C of the norm), precipitation for the decades was 298.7; 114 and 66 % of the norm. In the first decade of September, the air temperature was below the norm by 2.0 °C, the second decade was moderately warm (+0.7 °C); precipitation for decades was 26.8; 167 % of the norm.

Summing up the general characteristics of the soil and climatic conditions of the Cis-Ural steppe zone of the Republic of Bashkortostan and in particular the Chishminskiy plant breeding center, where the research was carried out, it can be concluded that they are typical for the steppe zone. They meet the basic biological requirements of Sudan grass and are quite

suitable to get high and stable yields of green mass, hay and seeds. This conclusion is based on the growing season length of 137 days with an average daily air temperature of more than plus 10 °C and the sum of active temperatures being 2230 °C. It takes an average of 1800 °C to produce high yields of conditioned Sudan grass seeds or from 1600 to 2200 °C depending on the cultivar ripeness. The Republic of Bashkortostan and other regions of the southern Urals have enough warm days to cultivate early-maturing varieties of such a heat-loving crop as Sudan grass. Early-maturing and mid-early Sudan grass varieties with a growing period of 85–100 days provide two mowings of green mass, as well as develop a high yield of conditioned seeds.

Statistical processing of the obtained data was performed using the variance analysis method with the add-in program CXSTAT for Microsoft Excel and the package of programs AGROS 2.09 for statistical and biometric-genetic analysis in crop production and selection.

Results

According to the period from “full sprouts” to “waxy ripeness of seeds”, the studied Sudan grass varieties can be divided into three groups (in accordance with the climatic conditions of the research site): short-season – Chishminskaya rannyaya (80.3 days); middle-early (83.5–84.3 days) and mid-season (88.5–90.3 days) (table 1).

There has been found high potential of individual Sudan grass cultivars for collecting dry matter and seed productivity. The highest yield of dry matter was established in the hybrid population 446/2 in 2016 (88.8 c/ha) and 400 in 2017 (88.0 c/ha). The highest average yield over a four-year period was observed in the populations of the mid-season groups 446/2 (72.7 c/ha) and 392 (72.5 c/ha). The yield of these populations exceeded the standard by 24 and 25 %, respectively. Short-season and middle-early numbers had lower yields. Sudan grass cultivars had a high potential for seed productivity. The hybrid population 358 had the highest seed yield in 2019 (36.0 c/ha) and the hybrid population 276 in 2016 (34.5 c/ha). On average, over 4 years of the research, the highest productivity was shown by hybrid populations of the middle-early group: 276 (30.4 c/ha) and 358 (29.6 c/ha). Their seed yield exceeded the standard by 17 and 14 %, respectively (table 2).

The yield stability depends much on the yield scope (d). The lower the latter is, the more stable the productivity is in specific soil and climatic conditions. Its lowest value in terms of dry matter yield was observed in the hybrid population 358 (33.5 %), and in terms of seed productivity in hybrid populations 318 and 395 (15.7 and 16.9 %).

An important indicator of the cultivar stability to the stressful environment under changing meteorological conditions of cultivation is their adaptivity (or stress tolerance). It is determined by the difference between the minimum and maximum yield value ($Y_{min} - Y_{max}$). The adaptivity index has a negative value. The lower it is, the higher the stress tolerance of the variety. The range of adaptive capabilities is more widely represented in the variety. The most stress-tolerant Sudan grass hybrid populations in terms of dry matter yield were 400 and 446/2 (–44.5 ... –44.2, respectively), as to seed productivity, the most stress-resistant variety was Demskaya (–13.1).

Stress tolerance of varieties can be supplemented by the indicator of genetic flexibility ($(Y_{max} + Y_{min})/2$). It shows the degree of correspondence between the genotypic capabilities of the variety and varied environmental factors [7, p. 50]. Among the studied numbers of Sudan grass, its value (in terms of dry matter yield) was highest in hybrid populations 446/2 (66.7) and 400 (65.7). The indicator of genetic flexibility when using Sudan grass varieties for seeds was highest in hybrid populations 358 and 276 (30.5 and 30.6, respectively). They demonstrate a strong correspondence between the cultivar genotype and environmental factors. The Yaktash variety had the lowest indicators of dry matter yield (53.8), the hybrid population 392 was of lower seed productivity (20.5).

The environmental condition index (I_j) determines the variability of growing conditions and can take either a positive or a negative value. The most favorable conditions are formed in years with a positive index sign, the worst - with a negative one. During the research years, the index of environmental conditions of Sudan grass numbers in terms of dry matter yield varied from 9.4 to –23, and in terms of seed productivity from 1.6 to –1.9. The best conditions for the genetic potential of cultivars were formed in 2016 and 2017, where the environment index had the highest positive values $I_j = 1.6$ and 9.4 (table 3).

Table 1
Growing period of Sudan grass varieties, days (2016–2019)

Breed, hybrid population	Year				Average
	2016	2017	2018	2019	
Short-season group					
Chishminskaya rannyaya (St.)	71	89	76	85	80,3
Middle-early group					
Yaktash	72	91	80	91	83,5
Smena	73	91	79	92	83,8
Demskaya	72	92	80	92	84
Population 276	71	93	79	90	83,3
Population 285	73	92	80	92	84,3
Population 318	73	93	79	92	84,3
Population 358	74	90	79	91	83,5
Mid-season group					
Population 392	81	94	82	100	89,3
Population 400	82	94	83	102	90,3
Population 446/2	81	95	83	100	89,8
Population 395	81	93	80	100	88,5

Table 2
The adaptive potential of Sudan grass varieties, 2016–2019

Breed, hybrid population	The yield of dry matter, c/ha			The yield scope, %	Stress tolerance ($Y_{min} - Y_{max}$), c/ha	Genetic flexibility ($(Y_{max} + Y_{min})/2$), c/ha
	Max	Min	Average			
By dry matter yield						
Chishminskaya rannyaya (St.)	69.3	39.9	58.1	42.5	−29.4	54.6
Yaktash	69.8	37.8	59.0	45.9	−32.0	53.8
Smena	70.3	38.6	59.0	45.2	−31.7	54.4
Demskaya	76.6	46.6	68.9	39.2	−29.9	61.6
Population 276	77.6	44.9	65.7	42.2	−32.7	61.2
Population 285	75.2	43.9	66.3	42.0	−31.3	59.5
Population 318	76.0	43.4	67.3	42.9	−32.6	59.9
Population 358	75.6	50.3	68.0	33.5	−25.3	62.9
Population 392	85.5	42.9	72.5	49.9	−42.6	64.2
Population 400	88.0	43.5	69.7	50.6	−44.5	65.7
Population 446/2	88.8	44.6	72.7	49.8	−44.2	66.7
Population 395	78.4	45.0	69.2	42.7	−33.4	61.7
By seed productivity						
Chishminskaya rannyaya (St.)	31.1	20.8	26.0	33.1	−10.3	25.9
Yaktash	31.3	21.8	25.2	30.4	−9.5	26.5
Smena	31.0	20.8	25.5	32.9	−10.2	25.9
Demskaya	33.7	20.6	27.5	38.9	−13.1	27.1
Population 276	34.5	26.8	30.4	22.3	−7.7	30.6
Population 285	31.5	24.4	28.5	22.5	−7.1	27.9
Population 318	31.3	26.4	28.1	15.7	−4.9	28.8
Population 358	36.0	25.1	29.6	30.3	−10.9	30.5
Population 392	25.4	15.7	21.9	38.2	−9.7	20.5
Population 400	27.4	19.2	22.6	29.9	−8.2	23.3
Population 446/2	26.8	19.7	23.8	26.5	−7.1	23.2
Population 395	28.0	23.3	25.2	16.9	−4.7	25.6

Table 3
Productivity, phenotypic plasticity and stability of Sudan grass varieties

Breed, hybrid population	Yield, c/ha					Plasticity, b_i	Stability, σ^2d , c/ha
	2016	2017	2018	2019	Average		
Dry matter							
Chishminskaya rannyaya (St.)	69.3	61.1	62.2	39.9	58.1	0.8	30.5
Yaktash	69.8	64.8	63.5	37.8	59.0	0.9	29.0
Smena	70.3	63.8	63.4	38.6	59.0	0.9	29.0
Demskaya	75.8	76.6	76.5	46.6	68.9	1.0	45.7
Population 276	77.6	74.4	66.0	44.9	65.7	0.9	28.9
Population 285	75.2	72.1	74.0	43.9	66.3	1.0	45.7
Population 318	75.3	74.8	76.0	43.4	67.3	1.0	45.7
Population 358	70.8	75.6	75.2	50.3	68.0	0,7	18.9
Population 392	84.8	85.5	76.9	42.	72.5	1.3	59.5
Population 400	73.3	88.0	74.0	43.5	69.7	1.1	40.5
Population 446/2	88.8	82.4	75.2	44.6	72.7	1.3	60.3
Population 395	78,4	76.6	76.6	45.0	69.2	1.0	36.4
Ij	9.4	8.4	5.2	−23	—	—	—
HCP ₀₅	6.24	9.01	9.63	6.92	—	—	—
Seeds'							
Chishminskaya rannyaya (St.)	28.0	20.8	24.1	31.1	26.0	1.2	9.6
Yaktash	31.3	22.5	25.1	21.8	25.2	1.2	7.5
Smena	31.0	25.6	24.7	20.8	25.5	1.7	14.8
Demskaya	28.9	33.7	26.9	20.6	27.5	2.5	32.9
Population 276	34.5	31.7	26.8	28.8	30.4	1.6	13.3
Population 285	30.7	31.5	24.4	27.2	28.5	1.5	11.9
Population 318	31.3	28.0	26.4	26.7	28.1	1.0	5.2
Population 358	25.5	31.9	25.1	36.0	29.6	0.9	4.2
Population 392	23.2	25.4	23.4	15.7	21.9	1.6	13.2
Population 400	19.2	27.4	23.8	20.0	22.6	0.5	1.3
Population 446/2	25.5	26.8	23.2	19.7	23.8	1.5	11.9
Population 395	24.8	28.0	24.6	23.3	25.2	1.4	10.0
Ij	1.6	1.6	−1.3	−1.9	—	—	—
HCP ₀₅	3.48	3.39	4.52	5.61	—	—	—

According to S. A. Eberhart, W. A. Russell, plasticity is a positive response of the genotype to improved growing conditions. As a parameter for evaluating this response, they proposed the calculation of a linear regression coefficient, which can be greater than (high responsiveness) and less than (weak responsiveness) unit, as well as equal to one (changes in yield fully correspond to changes in conditions).

In our experience, the highest responsiveness to better growing conditions ($b_i > 1$) was observed in Sudan grass hybrid populations 392, 400, 446/2 in terms of dry matter yield, and in terms of seed productivity in varieties Smena, Demskaya, Chishminskaya rannyaya, Yaktash and hybrid populations 276, 285, 392, 446/2 and 395. All these varieties of intensive type, develop high yields in optimal soil and climatic conditions. However, their productivity decreases sharply under unfavorable conditions or poor farming practices.

Chishminskaya rannyaya, Yaktash, Smena varieties and hybrid populations 276 and 358 had a plasticity coefficient lower than one ($b_i < 1$) in terms of dry matter yield. Hybrid populations 358 and 400 had a similar coefficient in seed productivity. These cultivars have a genotypic potential that is characterized by low responsiveness to changes in farming practices. They are best grown on an extensive background, where they can provide the greatest return at the lowest cost.

The Demskaya variety and hybrid populations 285, 318 and 395 had coefficient of plasticity equal to or close to one ($b_i = 1$) in terms of dry matter yield, the hybrid population 318 had the same index in seed productivity. These numbers have the highest correspondence of changes in yield to changes in growing conditions.

Following the model of S. A. Eberhart and W. A. Russell, the varieties that have plasticity (b_i) close to 1, and the insignificant stability index (σ^2d) should be considered as the most valuable in breeding and practical terms. These cultivars, along with a high stable yield, have high responsiveness to improved conditions, which is typical for intensive type varieties. According to the results of the research, the following numbers of Sudan grass can be attributed to them: Yaktash, Smena, hybrid populations 276 and 395 (by dry matter yield) and hybrid populations 318 and 358 (by seed productivity). Among the varieties presented in the studies, the most stable in dry matter

yield were hybrid populations 358 and 276 ($\sigma^2d = 18.9$ and 28.9 , respectively), and in seed productivity hybrid populations 400, 358, and 392 ($\sigma^2d = 1.3$; 4.2 and 5.2 , respectively). Hybrid populations 446/2 and 392 ($\sigma^2d = 60.3$ and 59.5) were the most unstable in terms of dry matter yield, while varieties Demskaya and Smena ($\sigma^2d = 32.9$ and 14.8) were the most unstable in terms of seed productivity. Cultivars of plasticity (b_i) less than 1, regardless of the stability index value (σ^2d), should be considered as unpromising, since they lack an important biological and economic feature as an adequate response to improving growing conditions.

Discussion and Conclusion

The most perspective for breeding and farming practice are cultivars of phenotypic plasticity to get high yields under favorable cultivation conditions. It depicts their high responsiveness to better conditions. They slightly reduce productivity in stressful conditions, that shows the stability of genotypes in adverse conditions. The conducted research on the analysis of phenotypic plasticity and stability made it possible to identify the most adaptive varieties when cultivating them for food in the Republic of Bashkortostan. Demskaya variety and hybrid populations 285, 318 and 395 with a plasticity coefficient b_i close to and equal to one, are characterized as plastic; hybrid populations 392, 400, 446/2 are responsive to improved growing conditions and are characterized as intensive – $b_i > 1$. When cultivated for seeds, population 318 is defined as plastic, while Smena, Demskaya, Chishminskaya rannyaya, Yaktash cultivars, populations 276, 285, 392, 446/2 and 395 are responsive to improved growing conditions and identified as intensive.

Based on a comprehensive assessment of varieties by the value of the average yield of dry matter, phenotypic plasticity and stability, the best numbers are recognized as populations 400 (yield 69.7 c/ha; plasticity – 1.1 ; stability – 40.5) and 395 (69.2 c/ha; 1.0 ; 36.4 , respectively). When cultivating seeds for yield, plasticity and stability, populations 358 (yield 29.6 c/ha; plasticity – 1.0 ; stability – 5.2) and 318 (28.1 c/ha; 0.9 ; 4.2 , respectively) were distinguished. Thus, the new Sudan grass hybrid populations have an advantage in productivity compared to previous varieties and numbers regardless of weather conditions.

References

1. Kadyrov S. V. Sorgo v TsChR [Sorghum in the Central black soil region]. Rostov-on-Don: Rostizdat, 2008. 80 p. (In Russian.)
2. Kashevarov N. I., Polyudina R. I., Balykina N. V., Shtaus A. P. Sudanka v kormoproizvodstve Sibiri [Sudan grass in forage production in Siberia]. Novosibirsk, 2004. 224 p. (In Russian.)
3. Fasahat P., Rajabi A., Mahmoudi S. B., Noghabi M. A., Rad J. M. An Overview on the Use of Stability Parameters in Plant Breeding // Biometrics & Biostatistics International Journal. 2015. Vol. 2. No. 5. Pp. 149–159.
4. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepochkin P. I. Novyy podkhod k otsenke ekologicheskoy plastichnosti sortov rasteniy [A new approach to assessing the ecological plasticity of plant varieties] // Vavilov's Journal of Genetics and Breeding. 2014. Vol. 18. No. 3. Pp. 548–552. (In Russian.)
5. Rybas I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor) [Improving adaptivity in breeding grain crops (review)] // Agricultural biology. 2016. Vol. 51. No. 5. Pp. 617–626. (In Russian.)
6. Novoselov Yu. K., Kharkov G. D., Shekhovtsova N. S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Methodical instructions for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: Podrazdelenie operativnoy poligrafii VIK, 1983. 198 p. (In Russian.)
7. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [On adaptivity and ecological stability of grain varieties] // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2005. No. 6. Pp. 49–53. (In Russian.)
8. Zykin V. A., Belan I. A., Yusov V. S. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoy plastichnosti sel'skokhoziaistvennykh rasteniy [Method of calculation and evaluation of crop phenotypic plasticity]. Ufa: BashGAU, 2005. 100 p. (In Russian.)

9. Dragavtsev V. A., Mikhailenko I. M., Proskuriakov M. A. Nekanonicheskiy podkhod k resheniyu zadachi nasledstvennogo povysheniya zasukhoustoichivosti u rasteniy [Non-Canonical approach to solving the problem of hereditary increase of drought tolerance in plants] // *Agricultural biology*. 2017. Vol. 52. No. 3. Pp. 487–500. (In Russian.)
10. Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E., Kovtunov V. V., Sukhenko N. N. Urozhainost' obraztsov sudanskoy travy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya [Productivity of Sudan grass samples of different ecological and geographical origin] // *Grain Economy of Russia*. 2018. No. 1. Pp. 56–61. (In Russian.)
11. Biktimirov R. A., Shakirzyanov A. Kh., Nizaeva A. A. Ekologicheskaya stabilnost' i plastichnost' kormovogo sorgo v Respublike Bashkortostan [Ecological stability and plasticity of forage sorghum in the Republic of Bashkortostan] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019. Vol. 33. No. 8. Pp. 46–49. (In Russian.)
12. Telichko O. N., Mokhan O. V. Ekologicheskaya plastichnost' i stabilnost' sortoobraztsov viki yarovoy [Phenotypic plasticity and stability of spring vetch varieties] // *Grain Economy of Russia*. 2016. No. 3. Pp. 16–20. (In Russian.)
13. Rybas I. A., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Ivanisov M. M., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V. Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoy pshenitsy [Estimation of adaptivity parameters of soft winter wheat varieties] // *Grain Economy of Russia*. 2018. No. 4. Pp. 51–54. (In Russian.)
14. Levakova O. V. Rezultaty izucheniya adaptivno-ekologicheskikh pokazateley novykh sortov i perspektivnykh liniy ozimoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Ryazanskoi oblasti [Results of studying adaptive and ecological indicators of new varieties and perspective lines of soft winter wheat in the conditions of the Ryazan region] // *Grain Economy of Russia*. 2019. No. 2. Pp. 13–16. (In Russian.)
15. Ignatyev S. A., Regidin A. A. Otsenka parametrov adaptivnosti kollektсионnykh obraztsov espartseta [Estimation of adaptivity parameters of collection samples of sainfoin] // *Grain Economy of Russia*. 2019. No. 3. Pp. 53–58. (In Russian.)
16. Kibal'nik O. P., Efremova I. G., Semin D. S., Gorbunov V. S., Kameneva O. B., Starchak V. I., Kukoleva S. S. Otsenka kachestva zerna i biomassy sorgo s tsel'yu ispol'zovaniya v kormoproizvodstve [Evaluation of the grain quality and sorghum biomass for forage production] // *Grain Economy of Russia*. 2019. No. 4. Pp. 3–7. (In Russian.)
17. Kovtunova N. A. Biologicheskie osobennosti rosta i razvitiya sudanskoy travy [Biological features of Sudan grass growth and development] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016. Vol. 30. No. 6. Pp. 48–51. (In Russian.)
18. Morozov E. V., Vertikova E. A. Izuchenie perspektivnykh liniy sudanskoy travy po kompleksu khoziaistvenno-tsennykh priznakov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Study of perspective Sudan grass lines on a complex of economic and valuable signs in the conditions of the Lower Volga region] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2015. No. 4. Pp. 28–32. (In Russian.)
19. Kukoleva S. S., Semin D. S., Kibal'nik O. P., Starchak V. I. Skringing sortoobraztsov sudanskoy travy v usloviyakh Saratovskoy oblasti [Screening of Sudan grass cultivars in the conditions of the Saratov region] // *Grain Economy of Russia*. 2016. No. 4. Pp. 8–11. (In Russian.)
20. Ermolina G. M., Kovtunova N. A., Romanyukin A. E., Shishova E. A. Regionalnye osobennosti selektsii sudanskoy travy [Regional features of Sudan grass breeding] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2017. No. 4 (158). Pp. 16–20. (In Russian.)
21. Shukis E. R., Shukis S. K. Sovershenstvovanie sortovogo sostava sudanskoy travy v Altayskom krae [Improving the varietal composition of Sudan grass in the Altai territory] // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2017. No. 8 (154). Pp. 23–27. (In Russian.)
22. Vertikova E. A., Zhuzhukin V. I., Kukoleva S. S. Izuchenie iskhodnogo materiala dlya selektsii sudanskoy travy v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Study of initial material for breeding Sudan grass in the Lower Volga region] // *Agrarian scientific journal*. 2017. No. 12. Pp. 10–13. (In Russian.)
23. Biktimirov R. A., Sharipkulova Z. M., Chanyshv I. O., Shakirzyanov A. Kh., Safin Kh. M., Leont'yev I. P. Sovremennaya tekhnologiya vozdeleyvaniya sudanskoy travy v Respublike Bashkortostan [Modern cultivation technology of Sudan grass in the Republic of Bashkortostan]. Ufa : Mir pechati, 2019. 58 p. (In Russian.)
24. Singh V., Nguyen C. T., Yang Z., Chapman S. C., van Oosterom E. J., Hammer G. L. Genotypic Differences in Effects of Short Episodes of High-Temperature Stress during Reproductive Development in Sorghum // *Crop Science Society of America*. 2016. Vol. 56. Pp. 1561–1572. DOI: 10.2135/cropsci2015.09.0545.
25. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results)]. The 5th edition, rewritten and added. Moscow : Alyans, 2014. 351 p. (In Russian.)
26. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhoziaistvennykh kul'tur [State methodology for crop variety testing]. Moscow, 1989. 250 p. (In Russian.)

Authors' information:

Rifkhat A. Biktimirov¹, candidate of agricultural sciences, head of the forage crop breeding and seed production laboratory, leading researcher, ORCID 0000-0001-7800-9521, AuthorID 158709; +7 906 376-13-70, biktimirov.rifx@yandex.ru

Zulfira M. Sharipkulova¹, chief agronomist of the forage crop breeding and seed production laboratory, ORCID 0000-0002-4788-7353, AuthorID 611923; +7 927 088-57-45

Asiia A. Nizaeva¹, chief agronomist, head of the forage production department, ORCID 0000-0002-1936-2204, AuthorID 994019; +7 927 343-06-48, nizaeva_a@mail.ru

¹ Bashkir Research Institute of Agriculture – Subdivision of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

Агротехнические приемы возделывания люцерны на семена в условиях орошения в Нижнем Поволжье

Н. И. Бурцева¹✉

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Волгоград, Россия

✉ E-mail: burceva.58@yandex.ru

Аннотация. В обеспечении сельскохозяйственных животных качественными и высокопитательными кормами ведущая роль принадлежит бобовым травам, в Нижнем Поволжье – традиционной культуре люцерне. Продуктивность у люцерны в производственных условиях составляет лишь десятую часть ее потенциальных возможностей. **Цель исследований** – определение влияния сниженных норм высева, сортовых особенностей, сроков посева и сидератов на семенную продуктивность люцерны. Полевой опыт включал 2 срока сева (весенний и летний), 3 варианта питательного режима почвы (естественный фон питания и заплата двух видов сидеральных смесей (подсолнечник + вика и овес + редька)); 3 варианта плотности травостоя (40, 80 и 400 тыс. раст/га). Наблюдения проводились на 3 сортах люцерны (Ленинская местная, Вега 87 и Унитро). Учеты и наблюдения осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками опытного дела. **Результаты и практическая значимость.** В результате исследований было выявлено благоприятное влияние сидератов на формирование симбиотического аппарата на корнях люцерны. По сравнению с естественным фоном питания в вариантах с заплата сидератов количество клубеньков значительно увеличивалось. На урожайность семенной люцерны также оказывала влияние густота посева. В изреженных травостоях образовывалось большее количество продуктивных органов, что способствовало увеличению сбора семян. Использование сидеральных смесей также положительно сказывалось на продуктивном побегообразовании. Количество стеблей, кистей и семян в бобе было на 25–30 % больше, чем на контроле. Летний посев благоприятно сказывался на семенной продуктивности люцерны, ее показатели в 1,2–1,6 раза превышали данные, полученные с травостоев весеннего срока сева. **Научная новизна.** Для орошаемых условий Нижнего Поволжья дана комплексная оценка участия основных агротехнических приемов в реализации семенной продуктивности люцерны: сроков, способов и норм высева с применением сидератов для удобрения почвы.

Ключевые слова: люцерна, густота стояния растений, сидераты, орошение, урожайность.

Для цитирования: Бурцева Н. И. Агротехнические приемы возделывания люцерны на семена в условиях орошения в Нижнем Поволжье // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 8–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-8-15.

Дата поступления статьи: 29.06.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Эффективность животноводства во многом зависит от стабильного обеспечения сельскохозяйственных животных качественными, высокобелковыми и недорогими кормами. В Нижнем Поволжье основной объем кормов выращивается на пахотных землях, частично – на орошении. Ведущая роль среди кормовых культур отводится многолетним бобовым травам, в Нижнем Поволжье – люцерне. Ценность этой культуры определяется стабильной урожайностью и высокобелковостью корма [1, с. 41], [2, с. 65], [3, с. 62], [16], [17]. Она является источником незаменимых аминокислот и витаминов для животных молочного и мясного направления. В смеси с мятликовыми бобовая культура обеспечивает сбалансированность корма по белку, повышает поедаемость, технологичность при заготовке сена, травяной муки, сенажа и других кормов [4, с. 63], [5, с. 28], [6, с. 18], [7, с. 49].

К сожалению, в последнее время выращивание этой культуры основывается на дорогостоящих привозных семенах. В таких условиях практически невозможно обеспечить стабильное и высокопродуктивное производство

высокобелковой кормовой биомассы. Все это приводит к удорожанию производимых кормов и, как следствие, к повышению себестоимости животноводческой продукции и цены ее реализации.

Потенциальная продуктивность люцерны в Нижнем Поволжье достигает 2,1–2,3 т/га семян, но в производственных условиях урожай семян в среднем по региону не превышает 0,15–0,28 т/га. Основными благоприятными условиями возделывания люцерны на семена при орошении являются оптимальный способ посева и густота стояния растений, водный и питательный режимы почвы, которые способствуют наиболее полной реализации потенциала продуктивности люцерны [8, с. 5], [9, с. 26], [10, с. 23].

В связи с этим нами изучались вопросы усовершенствования способов возделывания семенной люцерны с использованием сидерата. Цель исследований заключалась в выявлении влияния точных норм высева семян, эффективности применения сидератов, сортовых особенностей люцерны и сроков посева на продуктивность семенных травостоев этой культуры.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились на опытном поле Всероссийского НИИ орошаемого земледелия. Почвы участка типичные светло-каштановые, с невысоким содержанием гумуса (1,60–1,72 %). Схема опыта включала три варианта питательного режима почвы: посев по зяби без удобрений (контрольный вариант) и по двум сидеральным смесям (подсолнечник + вика и овес + редька); три варианта густоты стояния растений (40, 80 и 400 тыс. на 1 га); два срока сева (весенний и летний). Способ посева люцерны широкорядный (ширина междурядий 0,7 м). В опытах использовали традиционный для Нижнего Поволжья сорт люцерны Ленинская местная (контроль) и два новых сорта – Вега 87 и Унитро.

Агротехника выращивания сидерата включала допосевное внесение удобрений дозами, рассчитанными на получение 30–35 т зеленой массы смесей, культивацию, покровное боронование и посев сидеральных культур. Норма высева подсолнечника – 22 кг, вики – 40 кг, овса – 100 кг, редьки – 5 кг всхожих семян на 1 га. За период

вегетации на этих культурах было проведено 2–3 полива оросительной нормой 600–1200 м³/га. Сидеральные культуры убирали в конце июня – начале июля. Скашивание смесей проводилось с измельчением и равномерным разбрасыванием по участку, после чего следовала обработка поля дисковым лушпильником, затем – отвальная вспашка на глубину 0,25–0,27 м. Обработка почвы перед посевом люцерны состояла из двух культиваций и обязательного предпосевного прикатывания кольчатыми катками. Люцерну высевали сеялкой точного высева СН-16ПМ с последующим прикатыванием. Весенний срок посева варьировал по годам исследований в пределах от 30 апреля до 6 мая, летний – от 1 до 10 августа. В течение вегетационного периода на посевах люцерны поддерживался дифференцированный режим увлажнения почвы – 70–75 % НВ (наименьшая влагоемкость) до цветения и 60–65 % НВ – в последующий период. Уборка семян проводилась после химической сушки десикантом при побурении 78–85 % бобов.

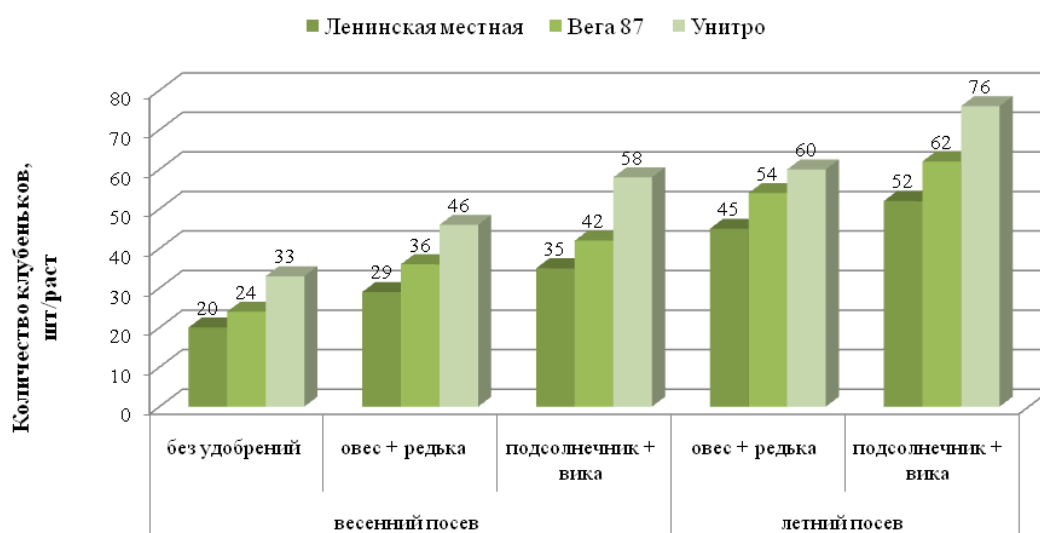


Рис. 1. Количество клубеньков на корнях люцерны первого года пользования при густоте стояния 80 000 раст/га в фазу цветения

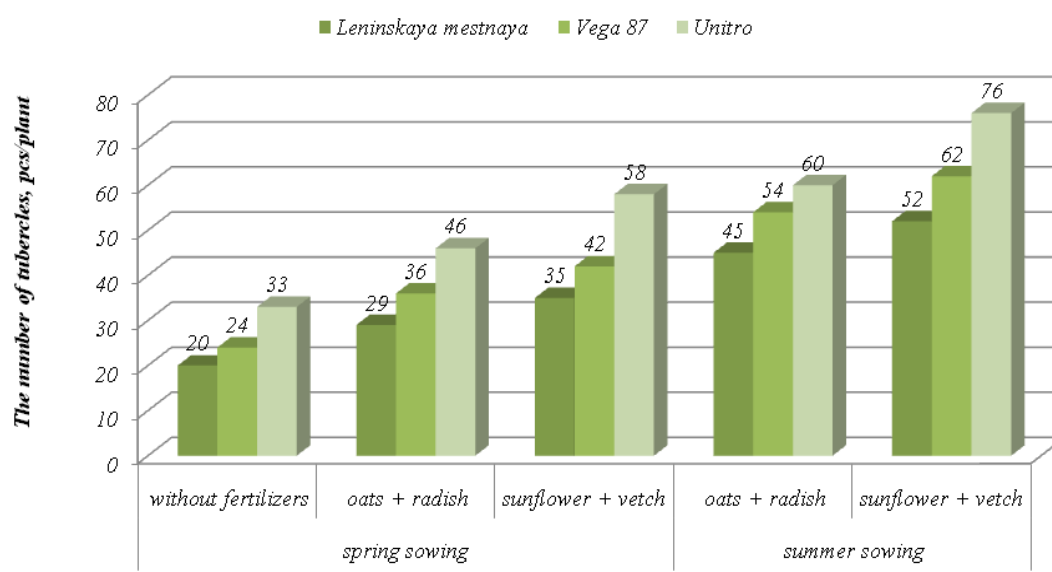


Fig. 1. The number of nodules on the roots of alfalfa of the first year of use at a density of standing 80 000 plants/ha in the flowering phase

Результаты (Results)

Из ранее проведенных нами исследований был сделан вывод, что применение органики создает наиболее благоприятную среду для процесса активного бобово-ризобийного симбиоза. В результате минерализации органической массы азот сидерата переходит в минеральную форму и более продолжительно используется растениями [11, с. 91], [12, с. 35], [13, с. 45], [14, с. 51], [15, с. 9]. Хорошо развитый симбиотический аппарат на корнях многолетних бобовых трав свидетельствует о благополучном экологическом состоянии почвы. В опытах запашка сидератов способствовала увеличению числа клубеньков на корнях растений люцерны с 20–33 до 29–58 на весеннем сроке сева и до 49–80 штук на летнем. При этом на варианте с запашкой подсолнечника с викой их количество изменялось соответственно от 35–58 до 52–76, а овса с редькой – от 29–46 до 45–60 штук на растение (рис. 1).

Поддержание оптимального водного и пищевого режимов почвы способствовало формированию на летних посевах урожайности на уровне 0,73–0,80 и 0,54–0,63 т/га в первый и второй год пользования соответственно. На весенних посевах этот показатель в первый год пользования составил 0,52–0,60, во второй – 0,69–0,75 т/га. Наиболее высокие урожаи формировали посевы сорта Унитро (рис. 2).

Важным показателем продуктивности посевов люцерны является структура урожая. Растения контрольного сорта Ленинская местная при весеннем сроке сева образовывали 1,8–2,9 генеративных стеблей, летнего – 1,9–3,3, кистей – соответственно 29–219 и 35–269, бобов в кисти – 5,1–7,6 и 5,5–8,0 шт. У сортов люцерны Вега 87 и Унитро эти показатели были несколько выше (таблица 1).

Из двух сидеральных смесей лучшим оказался вариант с запашкой подсолнечника с викой. Структурные показатели растений на данном варианте имели более высокие значения, чем при использовании смеси «овес + редька».



Рис. 2. Урожайность семян люцерны разных сортов и сроков сева по годам пользования (вариант густоты стояния растений – 80 тыс/га)

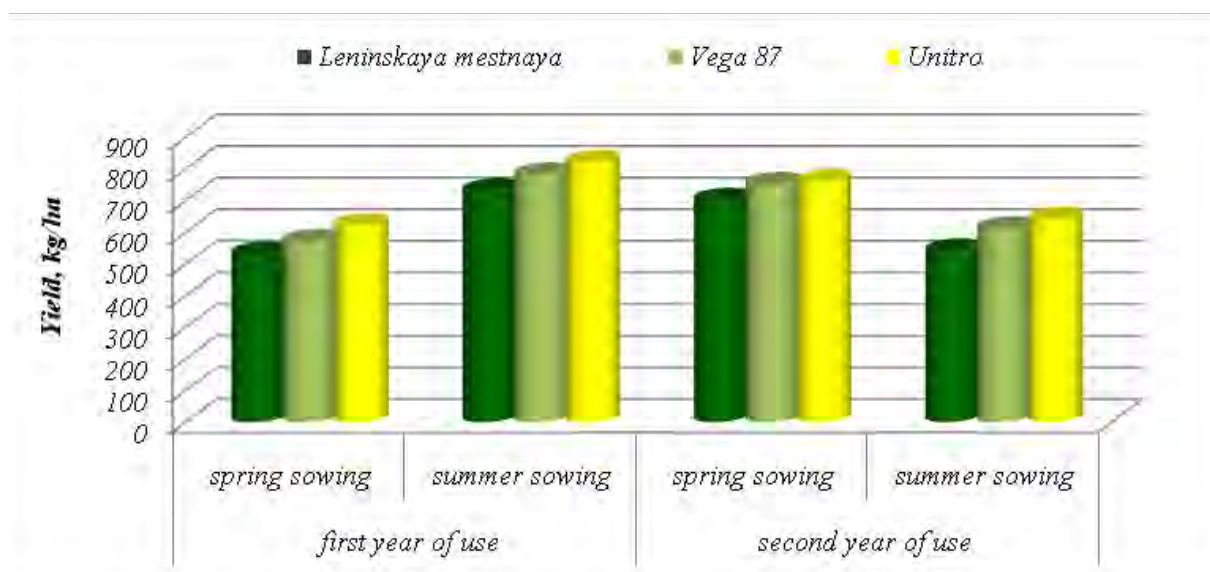


Fig. 2. Yield of alfalfa seeds of different varieties and terms of sowing by year of use (variant of plant density – 80 thousand/ha)

Таблица 1

Влияние сортовых особенностей, густоты стояния растений и сидератов на структурные показатели растений люцерны первого года пользования

Сорт	Плотность травостоя, тыс/га	На 1 растении, шт.		Бобов в кисти, шт.	Семян в бобе, шт.
		Продуктивных стеблей	Продуктивных кистей		
Контроль (без удобрений), весенний посев					
Ленинская местная	40	1,9	155	5,5	3,8
	80	1,8	78	5,2	3,9
	400	1,2	24	3,4	2,7
Вега 87	40	1,9	196	5,7	3,9
	80	1,9	106	5,3	3,9
	400	1,3	25	4,2	2,8
Унитро	40	2,0	192	6,0	4,0
	80	1,9	94	5,8	4,1
	400	1,5	23	4,5	3,0
Фон – запашка смеси «подсолнечник + вика» (весенний/летний срок сева)					
Ленинская местная	40	2,9/3,3*	205/243	7,4/7,9	4,4/4,5
	80	2,8/3,3	110/138	7,5/8,0	4,5/4,6
	400	2,2/2,4	29/42	5,1/5,4	3,9/4,1
Вега 87	40	3,1/3,5	220/239	7,9/8,1	4,6/4,7
	80	3,0/3,3	119/138	7,7/8,2	4,4/4,8
	400	2,2/2,4	32/37	5,2/5,6	4,0/4,1
Унитро	40	3,1/3,7	227/228	7,9/8,7	4,5/5,2
	80	3,0/3,5	129/140	7,7/8,2	4,6/4,9
	400	2,1/2,7	32/39	5,4/6,0	4,1/4,4
Фон – запашка смеси «овес + редька» (весенний/летний срок сева)					
Ленинская местная	40	2,7/2,6	219/269	7,2/7,2	3,9/4,3
	80	2,5/2,5	121/128	7,6/7,8	4,0/4,4
	400	1,8/1,9	29/35	5,1/5,5	3,8/3,9
Вега 87	40	2,8/3,1	240/260	7,2/7,9	4,3/4,5
	80	2,9/2,8	123/145	7,3/8,4	4,2/4,5
	400	1,7/2,2	31/35	5,3/5,6	4,0/4,1
Унитро	40	2,9/3,0	228/230	7,4/8,4	4,4/4,9
	80	3,2/2,9	116/122	7,5/8,2	4,4/5,0
	400	2,1/2,5	33/37	4,9/5,6	4,0/4,6

Table 1

Influence of varietal characteristics, density of standing plants and siderates on structural indicators of alfalfa plants of the first year of use

Variety	Grass density, thousand/ha	On the same plant, pieces		Beans in the brush, pieces	Of seeds per le- gume, number
		Productive stems	Productive brushes		
Control (without fertilizers), spring sowing					
Leninskaya mestnaya	40	1.9	155	5.5	3.8
	80	1.8	78	5.2	3.9
	400	1.2	24	3.4	2.7
Vega 87	40	1.9	196	5.7	3.9
	80	1.9	106	5.3	3.9
	400	1.3	25	4.2	2.8
Unitro	40	2.0	192	6.0	4.0
	80	1.9	94	5.8	4.1
	400	1.5	23	4.5	3.0
Background – the smell of sunflower + vetch mixture (spring/summer sowing period)					
Leninskaya mestnaya	40	2.9/3.3*	205/243	7.4/7.9	4.4/4.5
	80	2.8/3.3	110/138	7.5/8.0	4.5/4.6
	400	2.2/2.4	29/42	5.1/5.4	3.9/4.1
Vega 87	40	3.1/3.5	220/239	7.9/8.1	4.6/4.7
	80	3.0/3.3	119/138	7.7/8.2	4.4/4.8
	400	2.2/2.4	32/37	5.2/5.6	4.0/4.1
Unitro	40	3.1/3.7	227/228	7.9/8.7	4.5/5.2
	80	3.0/3.5	129/140	7.7/8.2	4.6/4.9
	400	2.1/2.7	32/39	5.4/6.0	4.1/4.4
Background – the smell of a mixture of oats + radish (spring/summer sowing period)					
Leninskaya mestnaya	40	2.7/2.6	219/269	7.2/7.2	3.9/4.3
	80	2.5/2.5	121/128	7.6/7.8	4.0/4.4
	400	1.8/1.9	29/35	5.1/5.5	3.8/3.9
Vega 87	40	2.8/3.1	240/260	7.2/7.9	4.3/4.5
	80	2.9/2.8	123/145	7.3/8.4	4.2/4.5
	400	1.7/2.2	31/35	5.3/5.6	4.0/4.1
Unitro	40	2.9/3.0	228/230	7.4/8.4	4.4/4.9
	80	3.2/2.9	116/122	7.5/8.2	4.4/5.0
	400	2.1/2.5	33/37	4.9/5.6	4.0/4.6

Таблица 2

Влияние изучаемых факторов на урожайность семян люцерны первого года пользования, кг/га.
Среднее за 3 года

Фон питания – сидеральная смесь (B)	Густота стояния растений, тыс/га (C)	Сорта люцерны (D)		
		Ленинская местная	Вега 87	Унитро
Весенний срок сева (A)				
Без удобрений	40	242	316	338
	80	233	322	332
	400	160	214	224
Подсолнечник + вика	40	508	588	597
	80	548	592	656
	400	402	482	493
Овес + редька	40	503	546	568
	80	512	564	584
	400	352	432	462
Летний срок сева				
Подсолнечник + вика	40	698	738	816
	80	776	796	858
	400	622	656	716
Овес + редька	40	648	707	756
	80	688	768	778
	400	563	596	656

НСР₀₅ A – 88–140 кг, B – 186–290 кг, C – 64–86 кг, D – 30–90 кг.

Table 2

Influence of the studied factors on the yield of seed alfalfa first year of use, kg/ha. Average for 3 years

Nutrition background – green manure mix (B)	Plant stand density, thousand/ha (C)	Varieties of alfalfa (D)		
		Leninskaya mestnaya	Vega 87	Unitro
Spring sowing period (A)				
Without fertilizers	40	242	316	338
	80	233	322	332
	400	160	214	224
Sunflower + vetch	40	508	588	597
	80	548	592	656
	400	402	482	493
Oats + radish	40	503	546	568
	80	512	564	584
	400	352	432	462
Summer sowing period				
Sunflower + vetch	40	698	738	816
	80	776	796	858
	400	622	656	716
Oats + radish	40	648	707	756
	80	688	768	778
	400	563	596	656

LSD₀₅ A – 88–140 kg, B – 186–290 kg, C – 64–86 kg, D – 30–90 kg.

На урожайность семян люцерны существенно влияла густота стояния растений. Формируя заданную плотность травостоя на опытных делянках, мы стремились к созданию оптимальных условий для роста и развития растений с целью обоснования возможности снижения норм высева люцерны при широкорядном (0,7 м) посеве. Полученные результаты показали преимущество вариантов с густотой стояния растений на 1 га 40 и 80 тыс. По сравнению с плотностью травостоя 400 тыс/га растения в разреженных посевах имели более высокие структурные показатели и, соответственно, урожайность. Особенно заметной эта раз-

ница была во влажные годы, когда избыток влаги в период формирования урожая сказывался на созревании семян: в посевах с большей плотностью отмечалось значительное количество незрелых соцветий.

За годы исследований из трех изучаемых сортов люцерны наиболее урожайным показал себя сорт Унитро. По сравнению с Вегой 87 его урожайность была выше на 2–11 %, с Ленинградской местной – на 13–30 %. В варианте без удобрений разница в урожайности доходила до 40 % (таблица 2).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В проведенных опытах в вариантах изреженного травостоя (40 и 80 тыс. раст/га) образовывалось большее число продуктивных стеблей, ветвей, кистей и бобов в кисти, что положительно сказывалось на сборе семян. При густоте травостоя 400 тыс/га стебли люцерны были значительно тоньше, с меньшим количеством кистей и бобов.

На формирование генеративных ветвей значительно влияли фоны питания. При возделывании люцерны в варианте по сидеральной смеси подсолнечника с викой у растений люцерны весеннего срока сева с густотой стояния 40 и 80 тыс. растений было сформировано 2,1–3,1, летнего срока сева – 2,4–3,7 генеративных стебля. Использование сидеральной смеси «овес + редька» также способствовало увеличению продуктивного побегообразования на 25–30 % по сравнению с контрольным вариантом.

Травостой летнего срока сева в первый год пользования оказался по сравнению с весенним более продуктивным. Во всех вариантах летнего посева показатели семенной продуктивности были в 1,1–1,6 раза выше одноименных весенних.

Таким образом, для получения высоких урожаев семян на уровне 0,7–0,8 т/га необходимо использовать сочетание следующих факторов: создание густоты стояния в пределах 80 тыс. растений на 1 га при широкорядном посеве 0,7 м, летний срок посева, улучшение пищевого режима почвы за счет сидеральных смесей, поддержание дифференцированного режима увлажнения на уровне 75–60 % НВ и использование новых высокопродуктивных, отзывчивых на орошение сортов.

Библиографический список

1. Зарьянова З. А., Кирюхин С. В., Осин А. А. Экологическая оценка различных видов и сортов многолетних трав в условиях Орловской области // *Земледелие*. 2016. № 4. С. 39–42.
2. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы – составная часть органического земледелия Республики Татарстан // *Вестник Казанского ГАУ*. 2019. № 2 (53). С. 64–66.
3. Дронова Т. Н., Бурцева Н. И., Головатюк О. В. Сравнительная оценка продуктивности люцерны и клевера на орошаемых землях Нижнего Поволжья // *Известия Нижне-Волжского АУК*. 2019. № 3. С. 58–65. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-6.
4. Хисматуллин М. М., Сочнева С. В., Вафина Л. Т., Сайфутдинов А. Д. Проектирование и освоение севооборотов, насыщенных многолетними травами – основа укрепления кормовой базы и биологизации земледелия // *Вестник Казанского ГАУ*. 2016. № 1 (39). С. 62–64. DOI: 10.12737/19325.
5. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Роль многолетних бобовых трав в составе травосмесей в повышении белковой продуктивности растительных кормов // *Эффективное животноводство*. 2018. № 6. С. 24–28.
6. Лазарев Н. Н., Кухаренкова О. В., Куренкова Е. М. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства // *Кормопроизводство*. 2019. № 4. С. 18–25.
7. Эседуллаев С. Т. Сравнительная продуктивность чистых и смешанных посевов многолетних трав на основе люцерны изменчивой и козлятника восточного в Верхневолжье // *Адаптивное кормопроизводство*. 2015. № 2. С. 44–54.
8. Ахмедзянова Р. Р., Каримов Х. З. Прием повышения семенной продуктивности, посевных качеств и урожайных свойств пестрогибридной люцерны // *Вестник Омского ГАУ*. 2017. № 1 (25). С. 5–10.
9. Салько Д. А. Возделывание семенной люцерны на орошении в условиях Волго-Донского междуречья // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 1. С. 23–26.
10. Постников П. А. Продуктивность севооборотов при использовании приемов биологизации // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 6 (136). С. 20–23.
11. Мудрых Н. М., Самофалова И. А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечерноземной зоны России // *Пермский аграрный вестник*. 2017. № 1 (17). С. 88–97.
12. Зезин Н. Н., Намятов М. А., Постников П. А., Зубарев Ю. Н. Оценка эффективности факторов биологизации в земледелии Уральского региона // *Пермский аграрный вестник*. 2019. № 1 (25). С. 34–41.
13. Исаичева У. А., Труфанов А. М. Эффективность биологизации системы удобрений в оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистой супесчаной почвы // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 1 (135). С. 43–47.
14. Рубцова Н. Е., Соболева Н. Н. Трансформация органического вещества агродерново-подзолистых почв Евро-Северо-Востока // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2015. № 6 (49). С. 47–53.
15. Дедов А. В., Несмеянова М. А., Дедов А. А. Органическое вещество почвы и продуктивность севооборотов при использовании различных приемов биологизации и обработки почвы // *Аграрная наука*. 2017. № 9-10. С. 9–10.
16. Mantovi P., Dal Pra A., Pacchioli M. T., Ligabue M. Forage production and use in the dairy farming systems of Northern Italy // *Grassland Science in Europe*. 2015. Vol. 20. Pp. 67–77.
17. Thivierge M.-N., Jégo G., Belanger G., Bertrand A., et al. Forage crop yield and nutritive value under climate change in Canada // *Grassland Science in Europe*. 2016. Vol. 21. Pp. 826–828.

Об авторах:

Наталья Ивановна Бурцева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, ORCID 0000-0002-9787-7321, AuthorID 282839; +7 902 652-32-60, burczeva.58@yandex.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Волгоград, Россия

Agrotechnical methods of alfalfa cultivation for seeds under irrigation conditions in the Lower Volga region

N. I. Burtseva¹✉

¹ All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd, Russia

✉ E-mail: burczeva.58@yandex.ru

Abstract. Legumes play a leading role in providing farm animals with high-quality and highly nutritious feed, while in the Lower Volga region, the traditional alfalfa crop plays a leading role. The productivity of alfalfa in production conditions is only a tenth of its potential. **The purpose of the research** is to determine the impact of reduced seeding rates, varietal characteristics, seeding time and use of siderates instead of mineral fertilizers on the seed productivity of the crop. The field experience included 2 terms of sowing – spring and summer, 3 variants of the soil nutrient regime: the natural background of nutrition and plowing of two types of sideral mixtures (sunflower + vetch and oats + radish); three variants of the density of herbage (40, 80 and 400 thousand plants/ha). Observations were made on three varieties of alfalfa (Leninskaya mestnaya, Vega 87 and Unitro). Records and observations were made in accordance with the generally accepted **methods** of experimental work. **Results and practical significance.** As a result of research, a favorable influence of sideral masses on the formation of a symbiotic apparatus on alfalfa roots was revealed. In comparison with the natural background of nutrition, the number of nodules significantly increased in the variants with the plowing of siderates. The yield of seed alfalfa was also influenced by the density of sowing. More productive organs were formed in sparse grass stands, which contributed to an increase in the collection of seeds. The use of sideral mixtures also had a positive effect on productive shoot formation. The number of stems, brushes and seeds in the bean was 25–30 % more than in the control. Summer sowing favourably affected the seed productivity of alfalfa, its indicators were 1.2–1.6 times higher than the data obtained from the grass stands of the spring sowing season. **Scientific novelty.** For the irrigated conditions of the Lower Volga region, a comprehensive assessment of the participation of the main agrotechnical techniques in the implementation of alfalfa seed productivity is given: terms, methods and seeding rates with the use of siderates for soil fertilization.

Keywords: alfalfa, density of standing plants, siderates, irrigation, yield.

For citation: Burtseva N. I. Agrotekhnicheskie priemy vozdel'yvaniya lyutserny na semena v usloviyakh orosheniya v Nizhnem Povolzh'e [Agrotechnical methods of alfalfa cultivation for seeds under irrigation conditions in the Lower Volga region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 8–15. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-8-15. (In Russian.)

Paper submitted: 29.06.2020.

References

1. Zar'yanova Z. A., Kiryukhin S. V., Osin A. A. Ekologicheskaya otsenka razlichnykh vidov i sortov mnogoletnikh trav v usloviyakh Orlovskoy oblasti [Ecological assessment of various types and varieties of perennial grasses in the Orel region] // Zemledelie. 2016. No. 4. Pp. 39–42. (In Russian.)
2. Khismatullin M. M. Bobovye i bobovo-zlakovye mnogoletnie travy – sostavnaya chast' organicheskogo zemledeliya Respubliki Tatarstan [Legumes and legumes-cereal perennial grasses are an integral part of organic farming in the Republic of Tatarstan] // Vestnik Kazanskogo GAU. 2019. No. 2 (53). Pp. 64–66. (In Russian.)
3. Dronova T. N., Burtseva N. I., Golovatyuk O. V. Sravnitel'naya otsenka produktivnosti lyutserny i klevvera na oroshaemykh zemlyakh Nizhnego Povolzh'ya [Comparative assessment of alfalfa and clover productivity on irrigated lands of the Lower Volga region] // Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex. 2019. No. 3. Pp. 58–65. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-6. (In Russian.)
4. Khismatullin M. M., Sochneva S. V., Vafina L. T., Sayfutdinov A. D. Proektirovanie i osvoenie sevooborotov, nasyshchenykh mnogoletnimi travami – osnova ukrepleniya kormovoy bazy i biologizatsii zemledeliya [Design and development of crop rotations saturated with perennial grasses-the basis for strengthening the feed base and biologization of agriculture] // Vestnik of Kazan State Agrarian University. 2016. No. 1 (39). Pp. 62–64. DOI: 10.12737/19325 (In Russian.)
5. Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Khonina O. V. Rol' mnogoletnikh bobovykh trav v sostave travosmesey v povyshenii belkovoy produktivnosti rastitel'nykh kormov [The role of perennial legumes in the composition of grass mixtures in increasing the protein productivity of plant feeds] // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2018. No. 6. Pp. 24–28. (In Russian.)
6. Lazarev N. N., Kukharenskova O. V., Kurenkova E. M. Lyutserna v sisteme ustoychivogo kormoproizvodstva [Alfalfa in the system of sustainable feed production] // Fodder Production. 2019. No. 4. Pp. 18–25. (In Russian.)
7. Esedullaev S. T. Sravnitel'naya produktivnost' chistyykh i smeshannykh posevov mnogoletnikh trav na osnove lyutserny izmenchivoy i kozlyatnika vostochnogo v Verkhnevolzh'e [Comparative productivity of pure and mixed crops of perennial grasses based on variable alfalfa and Eastern goat grass in the upper Volga region] // Adaptive Fodder Production. 2015. No. 2. Pp. 44–54. (In Russian.)

8. Akhmedzyanova R. R., Karimov Kh. Z. Priem povysheniya semennoy produktivnosti, posevnykh kachestv i urozhaynykh svoystv pestrogibridnoy lyutserny [Method of increasing seed productivity, sowing qualities and yield properties of variegated hybrid alfalfa] // Vestnik Omskogo GAU. 2017. No. 1 (25). Pp. 5–10. (In Russian.)
9. Sal'ko D. A. Vozdelyvanie semennoy lyutserny na oroshenii v usloviyakh Volgo-Donskogo mezhdurech'ya [Cultivation of seed alfalfa on irrigation in the conditions of the Volga-don interfluvium] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2015. No. 1. Pp. 23–26. (In Russian.)
10. Postnikov P.A. Produktivnost' sevooborotov pri ispol'zovanii priemov biologizatsii [Productivity of crop rotations when using biologization techniques] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 6 (136). Pp. 20–23. (In Russian.)
11. Mudrykh N. M., Samofalova I. A. Opyt ispol'zovaniya rastitel'nykh ostatkov v pochvakh Nechernozemnoy zony Rossii [Experience of using plant residues in soils of non Chernozem zone of Russia] // Perm Agrarian Journal. 2017. No. 1 (17). Pp. 88–97. (In Russian.)
12. Zevin N. N., Namyatov M. A., Postnikov P. A., Zubarev Yu. N. Otsenka effektivnosti faktorov biologizatsii v zemledelii Ural'skogo regiona [Evaluating the effectiveness of biologization factors in agriculture in the Ural region] // Perm Agrarian Journal. 2019. No. 1 (25). Pp. 34–41. (In Russian.)
13. Isaicheva U. A., Trufanov A. M. Effektivnost' biologizatsii sistemy udobreniy v optimizatsii gumusovogo sostoyaniya derno-podzolistoy supeschanoy pochvy [Efficiency of biologization of the fertilizer system in optimizing the humus state of sod-podzolic sandy loam soil] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2016. No. 1 (135). Pp. 43–47. (In Russian.)
14. Rubtsova N. E., Soboleva N. N. Transformatsiya organicheskogo veshchestva agroderno-podzolistykh pochv Evro-Severo-Vostoka [Transformation of organic matter of agro-podzolic soils of the Euro-North-East] // Agricultural Science Euro-North-East. 2015. No. 6 (49). Pp. 47–53. (In Russian.)
15. Dedov A. V., Nesmeyanova M. A., Dedov A. A. Organicheskoe veshchestvo pochvy i produktivnost' sevooborotov pri ispol'zovanii razlichnykh priemov biologizatsii i obrabotki pochvy [Soil organic matter and productivity of crop rotations with the use of various techniques of biological function, and soil treatment] // Agrarian science. 2017. No. 9-10. Pp. 9–10. (In Russian.)
16. Mantovi P., Dal Pra A., Pacchioli M. T., Ligabue M. Forage production and use in the dairy farming systems of Northern Italy // Grassland Science in Europe. 2015. Vol. 20. Pp. 67–77.
17. Thivierge M.-N., Jégo G., Bélanger G., Bertrand A., et al. Forage crop yield and nutritive value under climate change in Canada // Grassland Science in Europe. 2016. Vol. 21. Pp. 826–828.

Authors' information:

Natalya I. Burtseva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the department of intensive technologies of agricultural crops cultivation, ORCID 0000-0002-9787-7321, AuthorID 282839; +7 902 652-32-60, burczeva.58@yandex.ru

¹ All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd, Russia

Сорт и его качество в энергосберегающей технологии производства томата

Н. М. Велижанов¹✉

¹ Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан РАН, Махачкала, Россия

✉ E-mail: nizamivelijanov@mail.ru

Аннотация. В XXI столетии доля сорта в формировании величины и качества урожая возрастет с 20–40 до 70 % и более. Очевидно, что роль сорта значительно возрастает не только в повышении продуктивных, но и средоулучшающих функций агрофитоценозов, в том числе почвоулучшающих, фитосанитарных, биоэнергетических, дизайно-эстетических и др. Большое внимание уделяется и внешнему виду, текстуре, вкусовым свойствам плодов, что повышает их диетическую ценность и общую привлекательность для покупателей. **Методы.** Исследования проводили на экспериментальном участке Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан в 2017–2019 гг. В производственных условиях в рассадной культуре испытывали 12 широко используемых в последние годы в республике сортов томата. Сортаобразцы изучены по методике АЦИРО и по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. **Результаты.** Выявлены перспективные сорта с высокой адаптивностью и стабильностью в экстремальных условиях равнинной зоны республики. Нами установлены морфо-анатомические и физиологические изменения у сортов штамбовых форм, определяющие их пониженную по сравнению с бесштамбовыми формами устойчивость к засухе, что существенно угнетает продукционные процессы в засушливые годы. Наиболее экономическим оказалось возделывание сортов с высокой урожайностью стандартных плодов – Марьяна, Мираж, F₁ Андромеда. Возделывание сорта Гусар обходилось дороже в 1,6 раза, чем F₁ Андромеда. Затраты на получение 1 т стандартного урожая у других сортов была существенно выше. **Научная новизна** заключается в изучении признака сокращения продолжительности вегетационного периода в сочетании размера и урожайности плодов на биохимический состав, вкусовых и технологических, что является преодолением отрицательных связей, или достижение их компромиссного сочетания. В процессе создания новых и их испытании эти критерии оценки должны стать определяющими.

Ключевые слова: сорт, признак, качество, продуктивность, кист, плод, устойчивость, технология, оценка.

Для цитирования: Велижанов Н. М. Сорт и его качество в энергосберегающей технологии производства томата // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 16–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-16-21.

Дата поступления статьи: 28.02.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В XXI столетии доля сорта в формировании величины и качества урожая возрастет с 20–40 до 70 % и более. Важнейшее место при этом займут селекция и семеноводство, базирующиеся на современных достижениях науки в управлении изменчивостью и наследственностью адаптивно значимых и хозяйственно ценных признаков. Очевидно, что роль сорта значительно возрастает не только в повышении продуктивных, но и средоулучшающих функций агрофитоценозов, в том числе почвоулучшающих, фитосанитарных, биоэнергетических, дизайно-эстетических и др. [4, с. 23], [6, с. 14].

Томат – одна из самых популярных овощных культур в мире. Широкое распространение культура получила благодаря высоким вкусовым и питательным качествам плодов, которые используются в пищу как в свежем, так и в переработанном виде. Происходит смена требований рынка: от классических типов к специальным сортам, таким как разноокрашенные, сливовидные, мелкоплодные, кистевые, вишневидные и коктейльные. Большое внимание уделяется и внешнему виду, текстуре, вкусовым свойствам

плодов, что повышают их диетическую ценность и общую привлекательность для покупателей [5, с. 16], [8, с. 34–37]. Обсуждая подходы к изучению эколого-генетических основ адаптивной системы селекции, мы считаем важным обратить внимание на то, что генетические особенности сортов и гибридов могут изучаться после понимания физиологической, морфоанатомической и фенологической сущности механизмов и структур, обеспечивающих возможность увеличения их потенциальных возможностей в конкретных условиях выращивания. В то же время при рыночной экономике роль сорта особенно велика в снижении межгодовых колебаний величины и качества урожая. Основным лимитирующим фактором для роста и развития растений томата в Республике Дагестан – высокая температура воздуха и почвы [9, с. 131], [11, с. 42]. В связи с этим целью наших исследований являлось определение параметров адаптивной способности и экологической стабильности новых сортов томата, а также изучение влияния изменения величины и качества урожая на их химико-технологические показатели плодов.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили на экспериментальном участке Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан в 2017–2019 гг. В производственных условиях в рассадной культуре испытывали 12 широко используемых в последние годы в республике сортов томата. Среди них сорта Приднестровского НИИСХ Гусар, Андромеда F₁, Новинка Приднестровья, Риф, Баллада и Амулет; селекции Волгоградской опытной станции Всероссийского НИИ растениеводства – Дар Заволжья, Новичок, Волгоградский 5/95, селекции Краснодарского НИИ овощного и картофельного хозяйства – сорта Мираж, Марьяна, Вера. Изучение экологической и генотипической изменчивости проводилось путем полевых, лабораторных, стационарных и экспедиционных исследований. Сортообразцы изучены по методике АЦИРО и по Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [2, с. 61], [6, с. 94], [7, с. 28].

Основными показателями опыта являются:

– *фенологические наблюдения* (посев – всходы, всходы – цветение, цветение – техническая спелость) и весь вегетационный период от посева до технической спелости;

– *морфологические характеристики и биометрия* – высота основного побега (см), количество плодоносящих ветвей (шт.), число плодов на 1–2 кисти, урожайность товарных плодов (т/га), масса плода (г);

– *технологический анализ* – содержание сухого вещества (%), сумма сахаров (%), кислотность (%), каротин (мг %), аскорбиновая кислота (мг %).

Результаты (Results)

В неблагоприятных почвенно-климатических и погодных условиях решающее значение в формировании экологической устойчивостью агроэкосистем и агроландшафтов играет подбор культивируемых сортов, обладающих эволюционно обоснованной и генетически детерминированной толерантностью к местным абиотическим и биотическим стрессорам [6, с. 21], [10, с. 367].

Можно отметить, что продуктивность сортообразцов зависит в целом не от средних климатических показателей, а от коротких периодов воздействия благоприятных и неблагоприятных метеорологических факторов, влияние которых на различных этапах онтогенеза растений не одинаково. «Критическим» в онтогенезе растений является период формирования репродуктивных органов (цветочных почек). Закладка первой кисти представляет особую ценность на рост и накопление сухих веществ и переход ассимилянтов в хозяйственно ценную часть урожая [10, с. 367], [14, с. 56–58]. Нашим исследованием установлено, что указанный период продолжался 31–33 (F₁ Андромеда, Новинка Приднестровья, Марьяна) до 43 (Амулет) суток. Количество завязавшихся плодов (плоды с 2 первых кистей) у изученных сортов была средняя (12–17 шт.). Наиболее перспективными в данном направлении оказались сорта F₁ Андромеда, Волгоградский 5/95, Марьяна, Новичок (таблица 1). В целом изученные сорта отличались достаточно высоким порогом завязываемости плодов (48–74 %).

Таблица 1
Показатели роста и развития ювенильных растений томата, 2017–2019 гг.

Сортообразец	Высота основного побега, см	Количество плодоносящих ветвей	Число плодов		Состояние растений через месяц после высадки в грунт	
			1-я кисть	2-я кисть	Массовые всходы – закладка 1 кисти	Количество цветков на 1 кисти, шт.
Дар Заволжья (St)	42	3,1	5,3	6,4	36	8
Амулет	38	3,4	5,2	5,7	43	7
F ₁ Андромеда	47	4,0	7,4	9,2	32	9
Волгоградский 5/95	51	3,3	6,4	8,7	36	8
Вера	46	2,8	4,3	6,1	42	6
Гусар	51	3,7	5,2	4,8	37	7
Марьяна	48	3,6	7,8	9,2	31	10
Мираж	53	3,8	6,4	8,6	33	8
Новичок	49	4,2	5,3	6,6	36	10
Новинка Приднестровья	54	4,4	6,2	7,8	32	9
Риф	46	3,2	4,1	6,1	38	7
Титан	52	4,1	3,6	5,7	42	8

Table 1
Growth and development of juvenile tomato plants, 2017–2019

Variety sample	Height of the main escape, cm	Number of fruit-bearing branches	Number of fruits		The condition of the plants a month after planting in the ground	
			1st brush	2nd brush	Mass shoots – laying 1 brush	Number of flowers per 1 brush, pcs.
Dar Zavolzh'ya (St)	42	3.1	5.3	6.4	36	8
Amulet	38	3.4	5.2	5.7	43	7
F ₁ Andromeda	47	4.0	7.4	9.2	32	9
Volgogradskiy 5/95	51	3.3	6.4	8.7	36	8
Vera	46	2.8	4.3	6.1	42	6
Gusar	51	3.7	5.2	4.8	37	7
Mar'yana	48	3.6	7.8	9.2	31	10
Mirazh	53	3.8	6.4	8.6	33	8
Novichok	49	4.2	5.3	6.6	36	10
Novinka Pridnestrov'ya	54	4.4	6.2	7.8	32	9
Rif	46	3.2	4.1	6.1	38	7
Titan	52	4.1	3.6	5.7	42	8

Таблица 2
Биологическая и морфологическая характеристика сортов томата, 2017–2019 гг.

Сортообразец	Всходы – цветение	Цветение – начало созревания	т/га	Товарных плодов			Масса плода, г
				т/га	% от общего	% к стандарту	
Дар Заволжья (St)	28	44	48,5	37,4	77,1	100,0	121
Амулет	26	48	41,7	38,3	91,8	97,6	138
F ₁ Андромеда	28	41	49,4	47,2	95,5	126,2	116
Волгоградский 5/95	27	46	42,8	38,1	89,0	101,8	140
Вера	23	52	40,4	36,8	91,0	98,3	106
Гусар	25	47	33,5	28,7	85,6	76,7	140
Марьяна,	28	42	51,2	48,6	94,9	129,9	120
Мираж	26	40	48,5	45,2	93,1	120,8	136
Новичок	24	50	41,3	38,4	92,9	102,6	108
Новинка Приднестровья	27	47	40,8	36,2	88,7	96,7	112
Риф	28	53	34,4	29,8	86,6	79,6	110
Титан	27	52	33,8	30,4	89,9	81,2	80

Table 2
Biological and morphological characteristic of tomato varieties, 2017–2019

Variety sample	The rise – flowering	Flowering – the beginning of maturation	t/ha	Commodity fruit			Fetal mass, d
				t/ha	% of the total	% to standard	
Dar Zavolzh'ya (St)	28	44	48.5	37.4	77.1	100.0	121
Amulet	26	48	41.7	38.3	91.8	97.6	138
F ₁ Andromeda	28	41	49.4	47.2	95.5	126.2	116
Volgogradskiy 5/95	27	46	42.8	38.1	89.0	101.8	140
Vera	23	52	40.4	36.8	91.0	98.3	106
Gusar	25	47	33.5	28.7	85.6	76.7	140
Mar'yana	28	42	51.2	48.6	94.9	129.9	120
Mirazh	26	40	48.5	45.2	93.1	120.8	136
Novichok	24	50	41.3	38.4	92.9	102.6	108
Novinka Pridnestrov'ya	27	47	40.8	36.2	88.7	96.7	112
Rif	28	53	34.4	29.8	86.6	79.6	110
Titan	27	52	33.8	30.4	89.9	81.2	80

Высокая потенциальная урожайность положительно коррелирует с продолжительностью вегетационного периода, и урожайность находится в прямой зависимости от продолжительности фазы формирования зачаточных бутонов – цветение, а также – цветение – начало созревания [15, с. 62], [13, с. 64–65], [16, с. 82]. По величине общей урожайности все испытываемые сорта можно разделить на три группы. В первую группу с высокой урожайностью товарных плодов 45,2–48,6 т/га входили сорта Марьяна, Мираж, F₁ Андромеда; во вторую группу с урожайностью 34,4–38,3 т/га – Амулет, Вера, Новичок, Волгоградский 5/95, Новинка Приднестровья; в третью с 30,0 т/га – сорт Гусар (таблица 2).

По величине урожайности стандартных красных плодов сорта также разделились на три группы. В отличие от градации сортов по общей урожайности, в первой группе остались сорта – F₁ Андромеда (40,3 т/га), Марьяна (38,6 т/га), вторая группа пополнилась сортом Мираж (33,4 т/га). Стандартность урожая у большинства сортов была достаточно высокой – в пределах 65 % у сорта Мираж; 70 % – у сортов Марьяна, F₁ Андромеда. Минимальное количество стандартных плодов (49,2 %) было у сорта Вера и 58,2 % – у сорта Гусар. Причиной низкой стандарт-

ности урожая у сорта Вера было большее количество треснувших и 18,6 % больных плодов.

Проявление признака сокращения продолжительности вегетационного периода в сочетании размера и урожайности плодов на биохимическом составе, вкусовых и технологических качествах является преодолением отрицательных связей, или достижением их компромиссного сочетания. Согласно таблице 3, содержание сухих растворимых веществ у всех изученных сортов было высокими – колебалось в пределах 5,46 % у F₁ Андромеда; 5,92 % – у сорта Мираж, аскорбиновой кислоты от 6,28 мг % (Вера) до 9,12 мг % (Новинка Приднестровья), по сумме сахаров изученные сортообразцы превышали стандартный сорт, что требует дальнейшей работы.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Энергосберегающие технологии должны предусматривать использование сортов и гибридов с высокой стандартностью урожая и хорошими химико-технологическими показателями плодов. При расчете экономической и биоэнергетической эффективности возделывания сортов за основу были взяты технологические карты возделывания томата с фактически проведенными агротехническими, материально-денежными и энергетическими затратами.

Таблица 3

Биохимические показатели плодов сортов томата 2017–2019 гг.

Сортообразец	В % на сырое вещество			Каротин, мг %	Аскорбиновая кислота, мг %
	Сухое вещество	Сумма сахаров	Кислотность		
Дар Заволжья (St)	5,36	2,31	1,60	1,60	8,15
Амулет	5,16	2,39	1,44	1,47	7,34
F ₁ Андромеда	5,46	2,55	1,49	0,68	8,75
Волгоградский 5/95	5,80	3,02	1,34	1,60	8,45
Вера	4,66	3,06	1,38	1,41	6,28
Гусар	5,36	2,38	1,60	1,28	7,41
Марьяна	5,78	2,54	1,29	0,68	8,62
Мираж	5,92	2,70	1,46	1,76	7,67
Новичок	5,62	2,94	1,71	1,38	8,07
Новинка Приднестровья	5,66	2,81	1,66	1,54	9,12
Риф	5,24	2,36	1,34	1,26	6,34
Титан	5,38	2,46	1,52	1,32	7,27

Table 3

Biochemical indicators of tomato fruit varieties 2017–2019

Variety sample	% on raw matter			Carotin, mg %	Ascorbic acid, mg %
	Dry matter	Amount of sugars	Acidity		
Dar Zavolzh'ya (St)	5.36	2.31	1.60	1.60	8.15
Amulet	5.16	2.39	1.44	1.47	7.34
F ₁ Andromeda	5.46	2.55	1.49	0.68	8.75
Volgogradskiy 5/95	5.80	3.02	1.34	1.60	8.45
Vera	4.66	3.06	1.38	1.41	6.28
Gusar	5.36	2.38	1.60	1.28	7.41
Mar'yana	5.78	2.54	1.29	0.68	8.62
Mirazh	5.92	2.70	1.46	1.76	7.67
Novichok	5.62	2.94	1.71	1.38	8.07
Novinka Pridnestrov'ya	5.66	2.81	1.66	1.54	9.12
Rif	5.24	2.36	1.34	1.26	6.34
Titan	5.38	2.46	1.52	1.32	7.27

Наиболее экономически выгодным оказалось возделывание сортов с высокой урожайностью стандартных плодов: Марьяна, Мираж, F₁ Андромеда имели плотные плоды с хорошими вкусовыми качествами и ранним сроком созревания (первая декада июня). Возделывание сорта Гусар обходилось дороже 1,6 раза, чем F₁ Андромеда. Затраты на получение 1 т стандартного урожая у других сортов были

существенно выше. В процессе создания новых и их испытании эти критерии оценки должны стать определяющими.

Выделенные сорта можно с высокой эффективностью использовать для культивирования в условиях Дагестана, так как они характеризуются высокой устойчивостью к абиотическим факторам стресса в сочетании с продуктивностью.

Библиографический список

1. Авилова К. В. [и др.] Эколого-климатические характеристики атмосферы в 2015 г. по данным метеорологической обсерватории МГУ имени М. В. Ломоносова / Под. ред. О. А. Шиловцевой. М. : МАКС Пресс, 2016. 268 с.
2. Ахмедова П. М. Особенности технологии выращивания томата в переходном обороте в условиях защищенного грунта Дагестана // Овощи России. 2018. № 2. С. 43–47. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-43-47.
3. Велижанов Н. М. Использование природного потенциала сухих субтропиков в экологической селекции // Управление плодородием и улучшение агроэкологического состояния земель: сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции. Ярославль, 2019. С. 14–21.
4. Велижанов Н. М. Обоснование и разработка основных элементов энергосберегающих процессов семеноводства корнеплодных культур (*Beta vulgaris*, *Daucus carota* L.): методические рекомендации. Махачкала, 2020. 43 с.
5. Горянин О. И., Щербинина Е. В., Медведев И. Ф. Влияние технологических систем на водный режим почвы в степном Заволжье // Аграрный научный журнал. 2017. № 4. С. 16–20.
6. Гончарова Э. А., Бекузарова С. А. Биоразнообразие культурных растений: экологическая безопасность и продовольственные ресурсы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2015. Т. 52. Ч. 2. С. 258–267.

7. Драгавцев В. А. [и др.] Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (59). С. 105–121.
8. Донская В. И., Катакаев Н. Х. Перспективные сорта томата, пригодные для механизированной уборки и дальнейшей транспортировки // Овощи России. 2016. № 4 (33). С. 30–31.
9. Кулинцев В. В., Чумакова В. В., Кравцов В. В. Сорта и гибриды сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». 8-е изд., доп. Ставрополь, 2018. 176 с.
10. Маскаленко О. А., Беляева А. В., Мальцева Д. А., Нековаль С. Н. Изучение и поддержание генетической коллекции томата ФГБНУ ВНИИБЗР // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы X Всероссийской конференции молодых ученых. Краснодар, 2017. С. 366–367.
11. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
12. Левитин М. М. Климатические аномалии, способствующие возникновению эпидемий // Эпидемии болезней растений: мониторинг, прогноз, контроль: материалы Международной конференции. Большие Вяземы, 2017. С. 18–30.
13. Пронько Н. А., Степанченко Д. А., Пронько В. В., Влияние гуминовых препаратов на продуктивность томата на орошаемых каштановых почвах Саратовского Заволжья // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 24–27.
14. Harvest cucumbers depending on patterns of plants formation havris' I.L.1 // National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2016. Pp. 83–87.
15. Bornhofen E., Benin G., Storck L., Woyann L.G., Duarte T., Stoco M. G. Statistical methods to study adaptability and stability of wheat genotypes // Bragantia. 2017. No. 76 (1). Pp. 1–10.

Об авторах:

Низами Мейланович Велижанов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела плодово-овощеводства, ORCID 0000-0003-1297-1624, AuthorID 286958; +7 (8722) 60-07-26, nizamivelijanov@mail.ru

¹ Федеральное аграрное научное учреждение Республики Дагестан РАН, Махачкала, Россия

Variety and its quality in energy-saving tomato production technology

N. M. Velizhanov¹✉

¹ Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan of Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

✉ E-mail.ru: nizamivelijanov@mail.ru

Abstract. In the 21st century, the share of the variety in the formation of the size and quality of the crop will increase from 20–40 to 70 % or more. It is obvious that the role of the variety increases significantly not only in increasing productive, but also medium-improving functions of agrophytocenosis, including soil-improving, phytosanitary, bioenergy, design – aesthetic, etc. A lot of attention is paid to the appearance, texture, taste properties of fruits, which increase their dietary value and overall attractiveness to buyers. **Methods.** The research was carried out at the experimental site of the Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan in 2017–2019. In production conditions, 12 widely used varieties of tomato have been tested in the seedling culture in recent years. The samples were studied using the ACIRO methodology and the State Crop Testing Methodology. **Results.** Promising varieties with high adaptability and stability in extreme conditions of the flat zone of the republic have been revealed. We have established morpho-anatomical and physiological changes in varieties of stamp forms, which determine their reduced, compared to the unstamable forms of resistance to drought, which significantly inhibit production processes in dry years. The most economic was the cultivation of varieties with high yields of standard fruits – Mariana, Mirage, F₁ Andromeda. The cultivation of the Hussar variety cost 1.6 times more than F₁ Andromeda. The cost of obtaining 1t standard harvest for other varieties was significantly higher. **Scientific novelty** is to study the sign of a reduction in the duration of the growing season in the combination of the size and yield of fruits on the biochemical composition, taste and technological, which is overcoming negative bonds, or to achieve a compromise combination. In the process of creating new ones and testing them, these evaluation criteria should be decisive.

Keywords: variety, trait, quality, productivity, cyst, fruit, stability, technology, evaluation.

For citation: Velizhanov N. M. Sort i ego kachestvo v energosberegayushchey tekhnologii proizvodstva tomata [Variety and its quality in energy-saving tomato production technology] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 16–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-16-21. (In Russian.)

Paper submitted: 28.02.2020.

References

1. Avilova K. V. [et al.] Ekologo-klimaticheskie kharakteristiki atmosfery v 2015 g. po dannym meteorologicheskoy observatorii MGU imeni M. V. Lomonosova [Ecological and climatic characteristics of the atmosphere in 2015 according to the meteorological observatory of the Moscow State University named after M. V. Lomonosov] / Under the editorship by. O. A. Shilovtseva. Moscow : MAKSS Press, 2016. 268 p.
2. Akhmedova P. M. Osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya tomatov v perekhodnom oborote v usloviyakh zashchishchennogo grunta Dagestana [Features of the technology of growing tomato in a transitional turnover in the protected soil of Dagestan] // Vegetable crops of Russia. 2018. No. 2. Pp. 43–47. DOI: 10.18619/2072-9146-2018-2-43-47. (In Russian.)
3. Velizhanov N. M. Ispol'zovanie prirodnogo potentsiala sukhikh subtropikov v ekologicheskoy selektsii [Using the natural potential of dry subtropics in ecological breeding] // Upravlenie plodorodiem i uluchshenie agroekologicheskogo sostoyaniya zemel': sbornik nauchnykh trudov po materialam II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Yaroslavl', 2019. Pp. 14–21. (In Russian.)
4. Velizhanov N. M. Obosnovanie i razrabotka osnovnykh elementov energosberegayushchikh protsessov semenovodstva korneplodnykh kul'tur (*Beta vulgaris*, *Daucus carota* L.): metodicheskie rekomendatsii [Substantiation and development of the main elements of energy-saving processes of seed production of root crops (*Beta vulgaris*, *Daucus carota* L.): guidelines]. Makhachkala, 2020. 43 p. (In Russian.)
5. Goryanin O. I., Shcherbinina E. V., Medvedev I. F. Vliyanie tekhnologicheskikh sistem na vodnyy rezhim pochvy v stepnom Zavolzh'e [Influence of technological systems on the water regime of soil in the steppe Trans-Volga region] // The Agrarian Scientific Journal. 2017. No. 4. Pp. 16–20. (In Russian.)
6. Goncharova E. A., Bekuzarova S. A. Bioraznoobrazie kul'turnykh rasteniy: ekologicheskaya bezopasnost' i prodovol'stvennye resursy [Biodiversity of cultivated plants: ecological safety and food resources] // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2015. T. 52. Part. 2. Pp. 258–267. (In Russian.)
7. Dragavtsev V. A. [et al.] Upravlenie vzaimodeystviem "genotip – sreda" – vazhneyshiy ryuchag povysheniya urozhayev sel'skokhozyaystvennykh rasteniy [Management of the interaction "genotype – environment" – the most important lever for increasing yields of agricultural plants] // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 2 (59). Pp. 105–121. (In Russian.)
8. Donskaya V. I., Katakaev N. Kh. Perspektivnye sorta tomatov, prigodnye dlya mekhanizirovannoy uborki i dal'neyshey transportirovki [Promising varieties of tomato suitable for mechanized harvesting and further transportation] // Vegetable crops of Russia. 2016. No. 4 (33). Pp. 30–31. (In Russian.)
9. Kulintsev V. V., Chumakova V. V., Kravtsov V. V. Sorta i gibridy sel'skokhozyaystvennykh kul'tur selektsii FGBNU "Severo-Kavkazskiy FNATs" [Varieties and hybrids of agricultural crops of the Federal State Budgetary Scientific Institution "North Caucasian Federal Research Center"]. 8th edition, supplemented. Stavropol', 2018. 176 p. (In Russian.)
10. Maskalenko O. A., Belyaeva A. V., Mal'tseva D. A., Nekoval' S. N. Izucheniye i podderzhanie geneticheskoy kollektzii tomatov FGBNU VNIIBZR [Study and maintenance of tomato genetic collection Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection] // Nauchnoye obespecheniye agropromyshlennogo kompleksa: materialy X Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh. Krasnodar, 2017. Pp. 366–367. (In Russian.)
11. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepanchikov P. I. Novyy podkhod k otsenke ekologicheskoy plastichnosti sortov rasteniy [A new approach to assessing the ecological plasticity of plant varieties] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2014. T. 18. No. 3. Pp. 548–552. (In Russian.)
12. Levitin M. M. Klimaticheskie anomalii, sposobstvuyushchie vozniknoveniyu epidemiy [Climatic anomalies contributing to the emergence of epidemics] // Epidemii bolezney rasteniy: monitoring, prognoz, kontrol': materialy Mezhdunarodnoy konferentsii. Bol'shie Vyazemy, 2017. Pp. 18–30. (In Russian.)
13. Pron'ko N. A., Stepanchenko D. A., Pron'ko V. V. Vliyanie guminovykh preparatov na produktivnost' tomatov na oroshayemykh kashtanovykh pochvakh Saratovskogo Zavolzh'ya [Influence of humic preparations on tomato productivity on irrigated chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region] // The Agrarian Scientific Journal. 2017. No. 9. Pp. 24–27. (In Russian.)
14. Harvest cucumbers depending on patterns of plants formation havris' I.L.1 // National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2016. Pp. 83–87.
15. Bornhofen E., Benin G., Storck L., Woyann L.G., Duarte T., Stoco M. G. Statistical methods to study adaptability and stability of wheat genotypes // Bragantia. 2017. No. 76 (1). Pp. 1–10.

Authors' information:

Nizami M. Velizhanov¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the horticulture department, ORCID 0000-0003-1297-1624, AuthorID 286958; +7 (8722) 60-07-26, nizamivelizhanov@mail.ru

¹ Federal Agricultural Research Center of the Republic of Dagestan of Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Эффективность применения органоминерального удобрения «Биоклад» на смешанном посеве овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания

Л. П. Икоева¹, О. Э. Хаева²✉

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

² Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

✉ E-mail: oksana_haeva@mail.ru

Аннотация. Авторами представлены результаты применения комплексного органоминерального удобрения «Биоклад» на смешанном посеве овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. **Цель работы** – изучить эффективность применения органоминерального удобрения «Биоклад» на урожайность и питательность смешанного посева овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. **Методы.** Исследования по поставленным задачам проводились в 2016–2018 гг. на опытном участке СНИИГПСХ ВНИЦ РАН в условиях лесостепной зоны РСО-Алания по общепринятым методикам. Почва опытного участка – среднесуглинистый тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем, подстилаемый галечником. **Результаты.** Применение удобрения «Биоклад» оказывало существенное влияние на сроки, полноту всходов и густоту стояния растений вплоть до уборки. Показатель полевой всхожести у гороха варьировал в пределах 70,5–72,4 %, у овса – 76,4–80 %. По этому показателю и по динамике высоты растений выделился вариант с инокуляцией семян. Использование комплексного удобрения «Биоклад» оказывало положительное действие на урожайность и качество зеленой массы овса с горохом. Наибольшее количество фитомассы было получено по варианту с инокуляцией семян – 283,3 ц/га, что выше контрольного варианта на 68,3 ц/га. По содержанию переваримого протеина урожай смеси овса с горохом превосходил зоотехническую норму, выход с одного гектара достигал 6,0–6,9 ц/га против 5,2 ц/га в контроле, что в расчете на 1 кормовую единицу составило 113,7–119,9 г. Сбор кормовых единиц составил 50,02–60,68 ц/га, а в контроле – 44,23 ц/га, кормопротеиновых единиц – соответственно 55,01–64,84 ц/га и 48,12 ц/га. **Научная новизна.** Впервые в условиях лесостепной зоны РСО-Алания изучено влияние комплексного органоминерального удобрения «Биоклад» на ростовые процессы растений, формирование зеленой массы, качество продукции в двухкомпонентной смеси (овес + горох). **Практическая значимость.** Применение комплексного органоминерального удобрения «Биоклад» в конкретной почвенно-климатической зоне является перспективным агротехнологическим приемом, способствующим увеличению урожайности смешанных посевов с единицы площади и обеспечению животноводства полноценными сбалансированными по питательности кормами.

Ключевые слова: овес, горох, смешанные посевы, «Биоклад», удобрение, зеленая масса, урожайность.

Для цитирования: Икоева Л. П., Хаева О. Э. Эффективность применения органоминерального удобрения «Биоклад» на смешанном посеве овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 22–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-22-28.

Дата поступления статьи: 21.04.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Продуктивность сельскохозяйственных животных в большей степени зависит от наличия надежной кормовой базы, создаваемой путем выращивания кормовых культур [1, с. 5], [11, с. 42]. Кормовые культуры не только являются источником производства кормов, но также служат основой биологизации земледелия, способствуют сохранению плодородия почвы и окружающей среды. Поэтому, являясь одним из главных звеньев в системе земледелия, биологизированные севообороты должны решать многие вопросы, связанные с качеством почвы и продуктивностью культур [4, с. 338], [11, с. 42], [12, с. 165].

Большой интерес для кормовых целей представляют не только одновидовые посевы, но и смешанные посевы кормовых культур, позволяющие получать продукцию, сбалансированную в кормовом отношении. При подборе культур для смесей необходимо учитывать их биологические особенности (вегетационный период, отношение к влаге и теплу) и биохимический состав растений, с тем чтобы полученный урожай был высоким и сбалансированным по основным элементам питания. При этом компоненты смесей должны отвечать хозяйственной цели их выращивания: на корм, приготовление силоса, сенажа и сена в разные периоды года [1, с. 6].

Особого внимания при возделывании на зерно и зеленый корм заслуживают смешанные посевы бобовых кормовых культур с другими видами растений. В полной мере одновидовые посевы ни бобовых, ни злаковых не отвечают требованиям полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Бобово-злаковые травосмеси имеют большое значение для уменьшения дефицита белка и укрепления кормовой базы. Важным доводом в пользу травосмесей служит их сбалансированность по белку – за счет бобовых, по сахарам и углеводам – за счет злаковых компонентов [14, с. 206]. Наиболее полно эти требования удовлетворяются при посеве бобово-злаковых травосмесей, так как в этом случае достигается рациональное соотношение между углеводами и белками [2, с. 7], [14, с. 206]. За счет аллелопатического взаимодействия в ризосфере смешанных посевов улучшается азотное питание злаковых культур. Его источником может служить азот отмирающих клубеньков и корней бобовых культур в период вегетации. Подтверждает возможность такого использования и то, что в растениях злаков в смешанных посевах содержание белка значительно выше, чем в чистых [4, с. 338].

В последнее время широко практикуются смешанные посевы овса с бобовыми кормовыми культурами (в частности, люпином, бобом, горохом) для получения высоких урожаев кормовых травосмесей на зеленый корм, силос, зерносеянец высокого качества, сбалансированных по протеину [2, с. 7], [7, с. 12], [10, с. 53], [13, с. 12], [14, с. 206], [16, с. 17].

Получение высококачественной кормовой продукции невозможно без применения органических, минеральных и микроудобрений [3, с. 18], [5, с. 4], [6, с. 17], [15, с. 17].

Однако современные условия сельскохозяйственного производства не позволяют в полной мере производить весь комплекс приемов восстановления плодородия почвы и получения качественной продукции. В связи с вышесказанным оптимальное использование органических, минеральных и микроудобрений способствовало бы обеспечению высокого урожая и качества экологически чистой продукции, а также сохранению баланса питательных веществ почвы.

Цель исследований – изучить эффективность применения органоминерального удобрения «Биоклад» на урожайность и питательность смешанного посева овса с горохом в условиях лесостепной зоны РСО-Алания.

Задачи исследований:

1) выявить динамику развития, накопления зеленой массы и потребления элементов питания растениями в смешанном посеве овса с горохом;

2) определить влияние комплексного удобрения «Биоклад» на продуктивность и качество злаково-бобовой травосмеси.

Методология и методы исследования (Methods)

Объект исследования – холодостойкая двухкомпонентная смесь «овес + горох». Опыты закладывали в течение трех лет (2016–2018 гг.) на опытном участке СНИИГПСХ ВНИЦ РАН в условиях лесостепной зоны РСО-Алания.

Почва опытного поля представлена среднесуглинистым тяжелосуглинистым выщелоченным черноземом, подстилаемым галечником, с содержанием гумуса 4,5–6,0 %. Реакция среды ($pH_{\text{сол.}}$ – 5,48) слабокислая. Выщелоченные черноземы отличаются большим содержанием валовых форм азота – 0,24–0,45, фосфора – 0,20–0,30 %, калия – 1,6–2,3 %, легкогидролизуемого азота по Тюрину – Кононовой – 4–10, подвижного фосфора по Чирикову – 5–14, обменного калия по Чирикову – 15–16 мг/100 г почвы.

Метеоусловия региона позволяют получать стабильно высокие урожаи кормовых культур [1, с. 4]. Климат умеренно теплый и влажный, среднесуточная температура воздуха за год – плюс 8,7 °С. Сумма осадков составила до 670 мм за год и 540 мм в период вегетации с ливневым характером выпадения. Гидротермический коэффициент – 1,8. Наиболее жарким месяцем является июль, когда среднемесячная температура составляет +20...22 °С, а максимальная может достигнуть +36...42 °С.

Схема опыта включала смешанный посев «овес + горох» при норме высева 100/80 кг/га. Изучение продуктивности смешанного посева кормовых культур проводили на следующих фонах удобрения: фон 0 – контроль (без удобрений); фон I – инокуляция семян комплексным удобрением «Биоклад» из расчета 50 мл вещества на 10 л воды, фон II – обработка посевов опрыскиванием в фазу кущения овса комплексным удобрением «Биоклад» из расчета 50 мл вещества на 10 л воды (3 л раствора на 1 м²) [9, с. 116].

Повторность опыта трехкратная. Учетная площадь деланки – 150 м². Размещение вариантов в опыте – рандомизированное. Посев семян – сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см.

«Биоклад» – это высокоэффективное органоминеральное удобрение, защитно-стимулирующего действия, применяемое для коррекции минерального питания, повышения иммунитета растений и достижения повышения урожайности и качественных показателей урожая.

Комплексное органоминеральное удобрение «Биоклад» содержит необходимые для растений питательные органические вещества, микроэлементы и стимуляторы:

Наименование, основные элементы	Значение в пересчете на сухое вещество, %
pH	6,8–8,0
C/N	7–15
Влажность	93–95
Органика	min. 70
Гумус	25–30
Азот (N)	2,6–5,1
Фосфор (P ₂ O ₅)	2,2–5,0
Калий (K)	2,2–5,5
Кальций (Ca)	3,0–7,0
Магний (Mg)	1,2–2,1
Железо (Fe)	1,2–2,0
Микроэлементы	Cu, Zn, Ni, Mn, B, Mo, Co, Cr, etc.
19 базовых аминокислот	

Закладку опытов, фенологические наблюдения, лабораторные исследования и статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам [8]. Учет урожайности зеленой массы проводили методом пробных площадок по диагонали делянок. Во время уборки отбирали растительные образцы для биохимических анализов.

Определение содержания сырого протеина в растительных образцах проводилось по ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина.

Определение содержания сырой клетчатки по ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации.

Определение содержания сырого жира проводилось по ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира (с изменением № 1).

Определение содержания влаги проводилось по ГОСТ Р54951-2012. Корма для животных. Определение содержания влаги.

Определение содержания сырой золы проводилось по ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы.

Содержание БЭВ определяли вычитанием из общей массы питательных веществ (100 %) содержания сырого протеина, клетчатки, жира, воды и золы.

Результаты (Results)

Рост и развитие растений, формирование структуры урожая, зависят не только от почвенных и климатических условий зоны возделывания, уровня агротехники, но и в большой мере от регулируемых факторов.

Посев смеси овса с горохом в опыте проводился одновременно в первой декаде апреля (05.04–12.04) с учетом их биологии и климатических условий года (в зависимости от сроков наступления весны).

Удобрение «Биоклад» оказывало существенное влияние на сроки, полноту всходов и густоту стояния растений вплоть до уборки. Всходы на изучаемых вариантах появлялись дружные, через 10–12 дней у овса, позднее на 6–7 дней у гороха. Показатель полевой всхожести у гороха варьировал в пределах 70,5–72,4 %, у овса – 76,4–80 %. Выделился вариант с инокуляцией семян. По динамике высоты растений также выделился вариант с инокуляцией семян (таблица 1).

Установлено, что химический состав зеленой массы овса с горохом существенно менялся в зависимости от изучаемых вариантов. Данные таблицы 2 показывают, что опытные варианты отличались от контроля тенденцией повышения содержания протеина, фосфора, кальция, сахара.

В кормопроизводстве одним из важнейших показателей является урожайность зеленой массы. Урожайность зависит от сложного комплекса биологических, агротехнических, почвенных и метеорологических условий и служит индикатором любых их изменений.

Использование комплексного удобрения «Биоклад» оказывало положительное действие на урожайность и качество зеленой массы овса с горохом. Наибольшее количество фитомассы было получено по варианту с инокуляцией семян – 283,3 ц/га (таблица 2), что выше контрольного варианта на 68,3 ц/га. Накопление сухого вещества, кормовых единиц, сырого протеина, переваримого протеина, кормопротеиновых единиц представлено в таблице 3. По содержанию переваримого протеина урожай смеси овса с горохом превосходил зоотехническую норму, выход с одного гектара достигал 6,0–6,9 ц/га против 5,2 ц/га в контроле, что в расчете на 1 кормовую единицу составило 113,7–119,9 г. Сбор кормовых единиц оказался на уровне 50,02–60,68 ц/га, а в контроле – 44,23 ц/га, кормопротеиновых единиц – соответственно 55,01–64,84 ц/га и 48,12 ц/га.

Таблица 1
Влияние комплексного удобрения «Биоклад» на динамику высоты растений (овес + горох) в условиях лесостепной зоны РСО-Алания, см (в среднем за три года)

Вариант	Фазы				
	Всходы	Появление третьего листа	Кущение	Выход в трубку	Колошение
		Ветвление	Цветение	Образование бобов	Налив бобов
Фон 0	10,5/10,7	25,1/25,3	57,3/62,6	69,5/76,3	76,8/82,2
Фон I	14,5/11,1	30,0/28,3	66,2/67,9	81,5/85,1	87,3/89,0
Фон II	12,3/10,8	27,5/27,2	62,7/63,7	78,2/78,1	80,1/84,5

Примечание: в числителе – показатели овса, в знаменателе – показатели гороха.

Table 1
Effect of complex fertilizer “Bioklad” on the dynamics of plant height (oats + peas) in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania, cm (on average over 3 years)

Variant	Phases				
	Flows	Appearance of the third sheet	Tillering	Exit to the handset	Earing
		Branching	Flowering	Beans education	Beans filling
Phone 0	10.5/10.7	25.1/25.3	57.3/62.6	69.5/76.3	76.8/82.2
Phone I	14.5/11.1	30.0/28.3	66.2/67.9	81.5/85.1	87.3/89.0
Phone II	12.3/10.8	27.5/27.2	62.7/63.7	78.2/78.1	80.1/84.5

Note: in the numerator are the oats, in the denominator are the peas.

Таблица 2
Влияние комплексного удобрения «Биоклад» на химический состав зеленой массы (овес + горох) в условиях лесостепной зоны РСО-Алания в 1 кг корма, в % (в среднем за 3 года)

Вариант	Вода	Сухое вещество	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Зола	Сахар	Ca	P	ОЭ, МДж	ЭЖЕ	Сахаропротеиновое отношение	Ca:P
Фон 0	75,8	24,2	3,3	0,7	5,8	12,7	2,0	3,1	0,14	0,09	2,36	236	0,91:1	1,56:1
Фон I	74,8	25,2	3,5	0,7	6,0	13,0	2,0	3,3	0,18	0,11	2,57	257	0,95:1	1,64:1
Фон II	75,6	24,4	3,3	0,9	5,9	12,2	2,1	3,2	0,16	0,10	2,45	245	0,94:1	1,60:1

Table 2
Effect of complex fertilizer "Bioklad" on the chemical composition of green mass (oats + peas) in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania in 1 kg of feed, in % (on average over 3 years)

Variant	Water	Dry matter	Protein	Fat	Fiber	NES	Ash	Sugar	Ca	P	EE, MJ	EU	Sugar-protein ratio	Ca:P
Phone 0	75.8	24.2	3.3	0.7	5.8	12.7	2.0	3.1	0.14	0.09	2.36	236	0.91:1	1.56:1
Phone I	74.8	25.2	3.5	0.7	6.0	13.0	2.0	3.3	0.18	0.11	2.57	257	0.95:1	1.64:1
Phone II	75.6	24.4	3.3	0.9	5.9	12.2	2.1	3.2	0.16	0.10	2.45	245	0.94:1	1.60:1

Таблица 3
Влияние комплексного удобрения «Биоклад» на урожайность зеленой массы (овес + горох) в условиях лесостепной зоны РСО-Алания, ц/га (в среднем за 3 года)

Вариант	Урожай зеленой массы	Сухое вещество	Кормовые единицы	Сырой протеин	Переваримый протеин	Кормопротеиновые единицы	Обменная энергия, МДж	Сроки	
								Посева	Уборки
Фон 0	215,0	52,03	44,23	7,3	5,2	48,12	507,4	05.04–12.04	20.07–02.08
Фон I	283,3	71,39	60,68	9,6	6,9	64,84	728,1	05.04–12.04	20.07–02.08
Фон II	250,0	61,00	50,02	8,3	6,0	55,01	612,5	05.04–12.04	20.07–02.08
HCP ₀₅	3,3								

Table 3
Effect of complex fertilizer "Bioklad" on the yield of green mass (oats + peas) in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania, c/ha (on average over 3 years)

Variant	Crop of green mass	Dry matter	Feed units	Crude protein	Digestible protein	Fodder protein units	Metabolic energy, MJ	Dates	
								Sowing	Cleaning
Phone 0	215.0	52.03	44.23	7.3	5.2	48.12	507.4	05.04–12.04	20.07–02.08
Phone I	283.3	71.39	60.68	9.6	6.9	64.84	728.1	05.04–12.04	20.07–02.08
Phone II	250.0	61.00	50.02	8.3	6.0	55.01	612.5	05.04–12.04	20.07–02.08
HCP ₀₅	3.3								

Наименьшим выходом обменной энергии характеризовался посев без биопрепарата – 507,4 мДж, что на 43,5 и 18,9 % меньше опытных вариантов. Аналогическая картина наблюдалась по выходу энергетических единиц (ЭЖЕ) (таблица 3).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, применение комплексного органоминерального удобрения «Биоклад» в условиях лесостепной

зоны РСО-Алания является перспективным приемом, способствующим увеличению урожайности смешанного посева овса с горохом и сбалансированности качества корма. Инокуляция семян овса с горохом комплексным удобрением «Биоклад» оказала значительное влияние на ростовые процессы растений, увеличивала рост и облиственность растений, формирование зеленой массы, качество продукции.

Библиографический список

- Абаев А. А., Икеева Л. П., Бацазова Т. М. Кормовые севообороты в системе зеленого конвейера в условиях горной и предгорной зон Центрального Кавказа. Владикавказ: ООО НПКМ «Мавр», 2018. 30 с.
- Агафонов В. А., Бояркин Е. В., Матаис Л. Н. Сравнительная оценка эффективности овса и смешанных посевов с участием гороха и вики // Вестник ИРГСХА. 2018. № 85. С. 7–13.

3. Бартая Н. Н. Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы однолетних злаковых культур в смешанных посевах в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7. С. 18.
4. Безгодова И. Л., Коновалова Н. Ю., Прядыльщикова Е. Н., Коновалова С. С. Значение гороха для совершенствования кормопроизводства Вологодской области // Беловский сборник: материалы конференции «IV Всероссийские Беловские чтения». Вологда, 2017. Вып. 3. С. 338–342.
5. Белоус И. Н., Корнев В. Б., Воробьева Л. А. Влияние сочетаний органических и минеральных удобрений в севообороте на продуктивность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // Молодой ученый. 2015. № 8.3. С. 4–10.
6. Вильдфлуш И. Р., Мурзова О. В. Влияние новых форм удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность овса на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агрохимический вестник. 2015. № 4. С. 17–19.
7. Галкина О. В., Тарасов А. Л. Эффективность применения биопрепаратов в смешанных посевах овса с горохом на зеленый корм // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 2 (23). С. 12–15.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Икоева Л. П., Хаева О. Э., Бацазова Т. М. Влияние норм и способов посева на урожайность голозерного овса при возделывании в предгорной зоне РСОАлания // Известия Горского ГАУ. 2017. Т. 54 (2). С. 116–121.
10. Икоева Л. П., Хаева О. Э., Бацазова Т. М., Шалыгина А. А. Смешанные посевы гороха и овса в условиях предгорной зоны РСО-Алания // Горное сельское хозяйство. 2019. № 3. С. 53–55.
11. Коржов И. С., Трофимов Т. А., Котов Г. В. Влияние полевых культур и приемов биологизации на сохранение почвенного плодородия // Плодородие. 2017. № 11. С. 42–45.
12. Красноперов А. Г., Буянкин Н. И., Анцифорова О. А. Совершенствование технологии возделывания смешанных посевов // Инновации в АПК. Стимулы и барьеры: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Москва, 2017. С. 165–171.
13. Тарасов А. Л., Галкина О. В. Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы в смешанных посевах овса с горохом // Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: сборник научных статей Иванова, 2016. С. 58–60. Иваново.
14. Barsila Shanker K. The fodder oat (*Avena sativa*) mixed legume forages farming: Nutritional and ecological benefits // Journal of Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 1. Pp. 206–222. DOI: 10.3126/janr.v1i1.22236.
15. Krizmanić G., Čupić T., Tucak M., Popović S. Agronomic value of spring field pea breeding lines and varieties for green forage production (*Pisum sativum* L.) // Poljoprivreda. 2017. Vol. 23. Pp. 17–21. DOI: 10.18047/poljo.23.1.3.
16. Prusinski J. Overwintering and Yield of Winter Cultivars of Field Pea Assas And White Lupine Orus [Электронный ресурс] // Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 2016. Vol. 19 (4). P. 17. URL: <http://www.ejpau.media.pl/volume19/issue4/art-04.html> (дата обращения: 15.02.2020).

Об авторах:

Лариса Петровна Икоева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела рационального использования горных кормовых угодий, ORCID 0000-0003-1737-3180, AuthorID 508900; +7 960 404-77-66, ikoeval@bk.ru

Оксана Эльбрусовна Хаева², кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры общей и неорганической химии, ORCID 0000-0003-2338-0627, AuthorID 178532; +7 928 484-85-11, oksana_haeva@mail.ru

¹ Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного сельского хозяйства – филиал Федерального центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук», Михайловское, Россия

² Северо-Осетинский государственный университет имени К. Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

Efficiency of organomineral fertilizer “Bioklad” in mixed sowing of oats with peas in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania

L. P. Ikoeva¹, O. E. Khaeva²✉

¹ North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoye, Russia

² North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

✉E-mail: oksana_haeva@mail.ru

Abstract. The authors present the results of the application of complex organo-mineral fertilizer “Bioklad” on mixed sowing of oats with peas in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania. **The purpose of the work** is to

study the effectiveness of the use of the organomineral fertilizer “Bioklad” on the yield and nutrition of mixed sowing of oats with peas in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania. **Methods.** Studies on the tasks were carried out in 2016–2018 at the experimental site of the North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania according to generally accepted methods. The soil of the experimental plot is medium-power heavy loamy leached chernozem, lined with pebbles. **Results.** The use of fertilizer “Bioklad” had a significant impact on the timing, fullness of shoots and the density of standing plants up to harvest. The field germination rate for peas varied between 70.5 and 72.4 %, while the oat rate was 76.4 to 80 %. The option with seed inoculation was highlighted. According to the dynamics of the height of the plants also stood out the option with the inoculation of seeds. The use of complex fertilizer “Bioklad” had a positive effect on the yield and quality of the green mass of oats with peas. The largest amount of phytomass was obtained under the variant with inoculation of seeds – 283.3 c/ha, which is higher than the control version at 68.3 c/ha. In terms of the content of digestible protein, the harvest of the mixture of oats with peas exceeded the zootechnical norm, the yield from one hectare reached 6.0–6.9 c/ha, against 5.2 c/ha in control, which per feed unit was 113.7–119.9 g. The collection of feed units amounted to 50.02–60.68 kg/ha, and in the control 44.23 kg/ha, feed protein units, respectively: 55.01–64.84 kg/ha; 48.12 kg/ha. **Scientific novelty.** For the first time in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania studied the effect of complex organomineral fertilizer “Bioklad” on plant growth processes, formation of green mass, quality of products in a two-component mixture (oats + peas).

Keywords: oats, peas, mixed crops, “Bioklad”, fertilizer, green mass, yield.

For citation: Ikoeva L. P., Khaeva O. E. Effektivnost' primeneniya organomineral'nogo udobreniya “Bioklad” na smeshan-nom poseve ovsa s gorokhom v usloviyakh lesostepnoy zony RSO-Alaniya [Efficiency of organomineral fertilizer “Bioklad” in mixed sowing of oats with peas in the conditions of the forest-steppe zone Republic of North Ossetia-Alania] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 22–28. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-22-28. (In Russian.)

Paper submitted: 21.04.2020.

References

1. Abayev A. A., Ikoyeva L. P., Batsazova T. M. Kormovyye sevooboroty v sisteme zelenogo konveyera v usloviyakh gornoy i predgornoy zon Tsentralnogo Kavkaza [Fodder crop rotation in the green conveyor system in the mountains and foothill zones of the Central Caucasus]. Vladikavkaz: OOO NPKM “Mavr”, 2018. 30 p. (In Russian.)
2. Agafonov V. A., Boyarkin E. V., Matais L. N. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti ovsa i smeshannykh posevov s uchastiem gorokha i viki [Comparative evaluation of the effectiveness of oats and mixed crops with the participation of peas and vetches] // Vestnik IrGSKhA. 2018. No. 85. Pp. 7–13. (In Russian.)
3. Bartaya N. N. Vliyanie biopreparatov na urozhaynost' zelenoy massy odnoletnikh zlakovykh kul'tur v smeshannykh pos-evakh v usloviyakh Altayskogo Priob'ya [The influence of biological products on the yield of green mass of annual cereal crops in mixed crops in the Ob region of Altai] // Bulletin of Altai State Agricultural University. 2017. No. 7. Pp. 18. (In Russian.)
4. Bezgodova I. L., Konovalova N. Yu., Pryadil'shchikova E. N., Konovalova S. S. Znachenie gorokha dlya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva Vologodskoy oblasti [The importance of peas for improving forage production of the Vologda oblast] // Belovskiy sbornik: materialy konferentsii “IV Vserossiyskie Belovskie chteniya”. Vologda. 2017. Vol. 3. Pp. 338–342. (In Russian.)
5. Belous I. N., Korenev V. B., Vorob'eva L. A. Vliyanie sochetaniy organicheskikh i mineral'nykh udobreniy v sevooborote na produktivnost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i plodorodie pochvy [The effect of combinations of organic and mineral fertilizers in crop rotation on crop productivity and soil fertility] // Molodoy uchenyy. 2015. No. 8.3. Pp. 4–10. (In Russian.)
6. Vil'dflush I. R., Murzova O. V. Vliyanie novykh form udobreniy na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' posevov i produktivnost' ovsa na dernovo-podzolistoy legkosuglinistoy pochve [The influence of new forms of fertilizers on the photosynthetic activity of crops and the productivity of oats on sod-podzolic light loamy soil] // Agrochemical Herald. 2015. No. 4. Pp. 17–19. (In Russian.)
7. Galkina O. V., Tarasov A. L. Effektivnost' primeneniya biopreparatov v smeshannykh posevakh ovsa s gorokhom na zelenyy korm [The effectiveness of the use of biological products in mixed crops of oats with peas for green fodder] // Agrarian Journal of Upper Volga region. 2018. No. 2 (23). Pp. 12–15. (In Russian.)
8. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)
9. Ikoeva L. P., Khaeva O. E., Batsazova T. M. Vliyanie norm i sposobov poseva na urozhaynost' golozernogo ovsa pri voz-delyvanii v predgornoy zone RSO-Alaniya [Influence of norms and methods of sowing on the yield of bare-grain oats when cultivated in the foothill zone Republic of the North Ossetia-Alania] // Proceedings of Gorsky State Agrarian University. 2017. T. 54 (2). Pp. 116–121. (In Russian.)
10. Ikoeva L. P., Khaeva O. E., Batsazova T. M., Shalygina A. A. Smeshannyye posevy gorokha i ovsa v usloviyakh predgornoy zony RSO – Alaniya [Mixed crops of peas and oats in the foothill zone Republic of the North Ossetia-Alania] // Gornoe sel'skoe khozyaystvo. 2019. No. 3. Pp. 53–55. (In Russian.)

11. Korzhov I. S., Trofimov T. A., Kotov G. V. Vliyanie polevykh kul'tur i priemov biologizatsii na sokhranenie pochvennogo plodorodiya [The influence of field crops and biologization techniques on the conservation of soil fertility] // Plodorodie. 2017. No. 11. Pp. 42–45. (In Russian.)
12. Krasnoperov A. G., Buyankin N. I., Antsifirova O. A. Sovershenstvovanie tekhnologii vozdeleyvaniya smeshannykh pos-
evov [Improving the technology of cultivation of mixed crops] // Innovatsii v APK. Stimuly i bar'ery: sbornik statey po mate-
rialam mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moscow, 2017. Pp. 165–171. (In Russian.)
13. Tarasov A. L., Galkina O. V. Vliyanie biopreparatov na urozhaynost' zelenoy massy v smeshannykh posevakh ovsa s
gorokhom [The influence of biological products on the yield of green mass in mixed crops of oats and peas] // Voprosy povysh-
eniya urozhaynosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: sbornik nauchnykh statey. Ivanovo, 2016. Pp. 58–60. (In Russian.)
14. Barsila Shanker K. The fodder oat (*Avena sativa*) mixed legume forages farming: Nutritional and ecological benefits // Journal of Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 1. Pp. 206–222. DOI: 10.3126/janr.v1i1.22236.
15. Krizmanić G., Čupić T., Tucak M., Popović S. Agronomic value of spring field pea breeding lines and varieties for green
forage production (*Pisum sativum* L.) // Poljoprivreda. 2017. Vol. 23. Pp. 17–21. DOI: 10.18047/poljo.23.1.3.
16. Prusinski J. Overwintering and Yield of Winter Cultivars of Field Pea Assas And White Lupine Orus [e-resource] // Elec-
tronic Journal of Polish Agricultural Universities. 2016. Vol. 19 (4). P. 17. URL: [http://www.ejpau.media.pl/volume19/issue4/
art-04.html](http://www.ejpau.media.pl/volume19/issue4/art-04.html) (appeal date: 15.02.2020).

Authors' information:

Larisa P. Ikoeva¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the department of rational use of mountain forage
lands, ORCID 0000-0003-1737-3180, AuthorID 508900; +7 928 484-85-11, ikoeval@bk.ru

Oksana E. Khaeva², candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor at the department of general and
inorganic chemistry, ORCID 0000-0003-2338-0627, AuthorID 178532; +7 928 484-85-11, oksana_haeva@mail.ru

¹ North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Agriculture – branch of the Federal Center “Vladikavkaz Scien-
tific Center of the Russian Academy of Sciences”, Mikhaylovskoye, Russia

² North Ossetian State University named after K. L. Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

Improvement of potato cultivation technology in conditions of Middle Urals

F. Keita^{1,2}, M. Yu. Karpukhin²✉

¹Rural Polytechnic Institute for Education and Applied Research of Katibougou, Koulikoro region, Mali Republic

²Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: mkarpukhin@yandex.ru

Abstract. Potato is an important food and industrial crop, occupying one of the leading places in the world production of crop products. Its tubers contain all the necessary nutrients: carbohydrates, proteins, vitamins, essential amino acids, organic acids, mineral salts. Potato is traditionally the second most important crop product in the Russian Federation after grain crops. In terms of production, Russia occupies one of the leading places in the world in terms of the gross harvest of potato tubers (10 % of the world volume), but in terms of productivity it is significantly inferior to all the leading potato growing countries of the world.

Methods. To increase the yield and quality of the products obtained, it is of great importance to optimize the area for feeding potato. The studies were carried out on the experimental field of the educational and experimental farm “Uralets” of the Ural State Agrarian University (USAU), the village “Studencheskiy”, for three years (2016–2018) in the climatic zone of the Middle Urals. **Purpose of research.** The purpose of the research is to study the influence of the feeding area of Gala potato, the use of fungicides on the yield and quality of tubers in the Middle Urals. Gala potato variety, feeding area and fungicides were taken as the object of research. **Scientific novelty.** The scientific novelty of the research lies in the fact that for the first time in the conditions of the Middle Urals it was established that the highest yield of all the studied options was obtained with a feeding area of 2450 cm² (70 × 35 cm) using the fungicide Shirlan 36.6 t/ha (factor B), which is 31.1 % higher than control (factor A) with HCP₀₅ = 0.79. **Results.** In experiments in the variant with a feeding area of 1400 cm², the largest leaf area from 1 hectare was 27.47 thousand m² and the maximum photosynthetic potential was 2.03 million day m²/ha. It is economically efficient to plant potato tubers in the developed technology with the use of the fungicide shirlan in the variant with a feeding area of 2450 cm² (planting scheme 70 × 35 cm), where the lowest cost price (4446 rubles/t), the highest profit (269 172 rubles/ha) and the highest profitability were obtained (165.43 %).

Keywords: potato, area of nutrition, educational-experimental farm, leaf area, photosynthetic potential, harvest, shirlan, cost, profit, profitability.

For citation: Keita F., Karpukhin M. Yu. Improvement of potato cultivation technology in conditions of Middle Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 29–34. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-29-34.

Paper submitted: 15.09.2020.

Introduction

Potato is an important food and industrial crop, occupying one of the leading places in the world production of crop products. Potato is a raw material for many industrial plants, where starch, alcohol, synthetic rubber, plastics, lactic acid, dextrin, glue and others are produced. Tubers and industrial waste are used for livestock feed (1 kg of potato contains 0.3 feed unit).

In the Russia, potato is cultivated on an area of more than 2.2 million hectares; the largest volumes of production of this crop are concentrated in the Central, Volga and Siberian federal circles. In recent years, in agricultural organizations and peasant (farm) farms, there has been a tendency for an increase in the area under potato planting and an increase in its yield [6], [7].

Today, more than three thousand potato cultivars are widely distributed in more than 125 countries, particularly under temperate, subtropical and tropical regions covering a major economic share in the global agricultural market [2].

In the 19th century, the potato was one of the most popular crops in Europe. Nowadays, its production has declined, but the potato remains a prominent crop, occupying the third place in terms of total production quantity on this continent. During the 20th century, the use of potato tubers in animal nutrition decreased significantly and led to a substantial drop-off in their production in many countries. Based on FAOSTAT data, over the past 50 years, potato production in Poland, Ireland, Germany and Italy has decreased by 81.0 %, 76.4 %, 66.9 % and 66.4 % respectively [16].

Currently, the potato is the fourth-most important food crop in the world, with a production of 377 million tons; the highest production is by China (22 %), followed by India, Russia, Ukraine and USA. The average global production of potatoes is 17.4 t/ha. USA is the most productive country, with an average of 44.2 t/ha, and the UK is close behind. However, the average potato production in China is 14.35 t/ha. Even using the same potato varieties, there is a large gap between higher yields and lower yields among countries [12].

In 2016, the world under potato was occupied by 19.3 million hectares [8].

Potato is one of the main food products of the Russian population. The structure of the domestic potato market in agricultural organizations and peasant (farmer) enterprises includes table potatoes – 4–5 million tons, seed potatoes – up to 1 million tons and potatoes for processing – up to 1 million tons [10].

In terms of the gross yield of potato tubers, Russia occupies one of the leading places in the world (10 % of the world volume), but in terms of yield it is significantly inferior to all the leading potato growing countries of the world. Potato growing in the world has a number of features, consisting in energy-intensive technology with a high removal of nutrients from the soil, increased mineralization of soil organic matter [5].

The gross harvest of potato in the Russian Federation in 2016 amounted to 31.1 million tons, which is 15.9 % more than the average for the last five years. In 2015, more was harvested: 33.6 million tons of potatoes. In 2017, the gross harvest of potatoes in farms of all categories amounted to 29.6 million tons, which is 5 % less than the gross harvest of 2016 [1], [11].

The average yield of potato in Russia is 15–17 t/ha, while its biological potential makes it possible to obtain yields of 30–40 t/ha and more [15]. To meet the needs of the population, Russia annually imports 500 thousand tons of potatoes, and the export of potatoes is 20 thousand tons [4].

In the Sverdlovsk region, potato is the most important crop in agricultural production, located and cultivated everywhere. Subject to the basic technological requirements, the climatic conditions of the agricultural zone of the region make it possible to form potato yield at the level of 30–40 t/ha. However, the yield of potato in the region remains low and in all categories of farms averages 12.0–14.0 t/ha. In potato growing, a variety acts as an independent factor in increasing the yield and quality of tubers; the increase from the introduction of a new variety can reach 30–40 % or more [9], [13].

Potato is an intensive cultivation culture. Therefore, all applied technologies are intensive. To obtain high yields, it is necessary: the use of highly productive varieties, the introduction of increased doses of organic and mineral fertilizers, the use of plant protection products, the presence of a complex of modern agricultural machines. The main goal of the technology is to obtain high yields with the lowest cost of tubers of high commercial or seed quality [14]. Improving the technology of growing potato is of great importance in increasing

yields and improving quality, for a more complete supply of the population with this food product [9].

Among the agrotechnical methods that allow increasing the yield of potatoes, the most effective are changes in planting density and improvement of the mineral nutrition of plants. With an optimal planting density, the plants create a more powerful root system, a well-developed aboveground mass, which prevents weed growth. Such a plant quickly forms tubers and reaches maturity, and, therefore, makes it possible to start harvesting earlier and avoid significant crop losses during storage [3].

Currently, both in the Russian Federation and in the Middle Urals, a number of technologies are used, which primarily differ in row spacing: 70, 75 and 90 cm and on ridges (in two lines (110 + 30), (120 + 30) or (105 + 75) cm and in one line with row spacing 140 (150) (180) cm) [11]. Therefore, in order not to reduce, but to increase the gross production of potato, it is necessary to increase the yield by introducing new high-yielding, well-stored disease-resistant varieties and improving the elements of their cultivation technology. This problem is urgent.

The study of potato cultivation in different feeding areas with the simultaneous use of fungicides will improve the technology by optimizing the feeding area with the use of more effective fungicides in the fight against pathogens and recommend it for production in the Middle Urals.

Purpose of this research is to study the effect of the feeding area of potato variety “Gala”, the use of fungicides on the yield and quality of tubers in the conditions of the Middle Urals

Objectives: to achieve the goal for the study, the following tasks were set: to study the duration of interphase periods; determine biometric indicators of plants; determine the yield of potato tubers depending on the feeding area and the use of fungicides; to study the marketability and fractional composition of tubers; calculate the economic and energy efficiency of the studied agricultural practices.

Methods

The research was carried out on the experimental field of the educational and experimental farm “Uralets” of the Ural State Agrarian University (USAU), the village “Studencheskiy”, for three years (2016–2018) in the climatic zone of the Middle Urals. For the object of research in the experiment, we took a potato variety for table purpose, medium early, high-yielding Gala, bred by German breeders, originator Norika (Germany). In the experiment, two fungicides were studied: shirlan and infinito.

Table 1
Duration of potato interphase periods depending on the area of plant nutrition, 2016–2018

<i>Feeding area, cm²</i>	<i>From planting to germination (shoots)</i>	<i>From germination (shoots) to flowering</i>	<i>From flowering to drying out tops (harvesting)</i>	<i>From germination (shoots) to drying out tops (factor A)</i>	<i>From germination (shoots) to drying out tops (factor B)</i>	<i>From germination (shoots) to harvest (vegetation period)</i>	<i>From planting to harvest</i>
1400	21	34	40	61	67	74	95
1750	21	35	40	62	69	75	96
2100 (c)	21	36	40	62	72	76	97
2450	21	37	40	64	75	77	98
2800	21	37	41	66	78	78	99
r	–	0.97	0.71	0.95	0.99	1.00	1.00

Table 2
Biometric indicators depending on the area of nutrition and the use of fungicides, 2016–2018

Feeding area, cm ²	Plant height, cm	Number of stems pieces, thousand /ha	Leaf area, thousand m ² /ha	Average daily growth of leaf surface, cm ²	Photosynthetic potential, million days m ² /ha	Potato tops weight (t/ha) during harvesting, factor A	Potato tops weight (t/ha) during harvesting, factor B
1400	52.3	262	27.4	119.2	2.03	9.90	10.4
1750	51.6	222	23.4	121.2	1.76	5.90	27.0
2100 (c)	51.2	183	18.4	128.1	1.40	4.70	26.0
2450	50.1	155	16.3	134.8	1.25	4.80	46.5
2800	50.2	140	14.6	135.1	1.13	4.80	21.9
r	−0.96	−0.98	−0.98	0.96	−0.98	−0.80	0.51

Table 3
Economic productivity of potato leaves depending on feeding area, 2016–2018

Landing scheme, cm	Feeding area, cm ²	Leaf area of a single plant, m ²	Leaf area, thousand m ² /ha	Productivity, t/ha	Economic productivity of leaves, t/thousand, m ²
70 × 20	1400	0.387	27.4	27.3	0.99
70 × 25	1750	0.412	23.4	27.9	1.19
70 × 30 (c)	2100 (c)	0.393	18.4	27.0	1.46
70 × 35	2450	0.398	16.3	24.9	1.52
70 × 40	2800	0.405	14.6	22.7	1.55
r	–	0.35	−0.98	−0.89	0.94

The soil of the experimental site is podzolized chernozem, according to its granulometric composition, it is heavy loamy with a humus content of 4.5 %, the reaction of the soil is weakly acidic, the availability of mobile phosphorus is low, exchangeable potassium is average. The depth of the arable layer is 25 cm, the availability of the available forms N, P and K is very low. Agrochemical parameters of soil: pH, saline = 5.4; N = 185.9 mg/kg of soil; P₂O₅ = 238.9 mg/kg; K₂O = 268.5 mg/kg.

The experiment (two-factor) consists of 15 variants and 4 replications. The area of one plot is 20 m² (width = 2.5 m and length = 8 m), a total of 60 test plots, the total area of the experiment is 1200 m². The placement of plots in the experiment is systematic. The row spacing is 70 cm, and the distance between plants in a row is from 20 to 40 cm. The soil and climatic conditions of the Middle Urals are favorable for potato cultivation.

The Sverdlovsk Region is located on the Western and Eastern slopes of the Middle and Northern Urals and the adjacent West Siberian Lowland. The exception is its Southwestern part, which lies on the Ural plateau.

During the years of research, the hydrothermal coefficient changed significantly. In 2016, the hydrothermal coefficient was 1.4, in 2017 it is 1.8, and in 2018 it was within 1.3.

Thus, the climatic conditions of the Middle Urals in 2016 and 2017 were more humid and cooler than 2018, which made it possible to more fully study the effect of agro technical techniques on the yield and quality of potato tubers of the Gala variety.

Results

The results of the 2016–2018 Studies have shown that the size of the feeding area influenced the changes in the morphological indicators of potato plants, the degree of damage to them by pathogens, yield, the fractional composition and biochemical indicator of potato tubers of the Gala variety.

For three years of research, potato was planted on the same day on all variants, but on different dates. In 2016, potato was planted on June 03 for all variants, in 2017 – on May 30, in 2018 – on June 20.

Observations of the growth and development of potato plants showed that the duration of the interphase periods depended on the feeding area.

Phenological observations showed that the duration of the appearance of the first phase of development – germination did not depend on the feeding area. It has been established that the larger of the feeding area, the longer the onset of the flowering phase with the correlation coefficient $r=0.97$, i. e. the connection is direct, strong. The feeding area influenced the duration of the potato vegetation period: the larger the feeding area, the longer the vegetation period with the correlation coefficient $r = 1.00$.

When using the fungicide shirlan (factor B), the duration of the period – germination – drying out tops increased in direct proportion to the feeding area: the larger the feeding area, the longer the period from germination to drying out tops with a correlation coefficient $r = 0.99$, i. e. dependence is strong.

Biometric observations showed that the feeding area (planting pattern) and favorable weather conditions during the period of the experiments were the decisive factors that had a significant effect on the formation of the above ground part of potato plants and contributed to the normal growth and development of plants throughout the growing season.

Observations of the growth of plants in height showed that during different periods of the growing season, the height of the stem was different in all periods of the growing season. On average, plant heights ranged from 50.1 to 52.3 cm.

According to the height of the studied variants, the feeding area: 1400 cm² (52.3 cm), 1750 cm² (51.6 cm), 2100 cm² (51.2 cm), 2450 cm² (50.1 cm) and at 2800 cm² (50.2 cm) cm). A tendency of dependence of the average plant height for the vegetation period on the feeding area was noticed: the larger the feeding area, the lower the plant height ($r = -0.96$).

Table 4
Potato yield (t/ha) depending on the feeding area (Factor A) and the use of fungicides (Factor B), 2016–2018

Landing scheme, cm	Feeding area, cm ²	Control		Shirlan		Infinito	
		t/ha	%	t/ha	to control, %	t/ha	to control, %
70 × 20	1400	27.3	100	33.2	122	34.0	125
70 × 25	1750	27.9	100	35.4	127	33.9	122
70 × 30	2100	27.0	100	34.0	126	26.9	100
70 × 35	2450	24.9	100	36.6	147	26.2	105
70 × 40	2800	22.7	100	32.9	145	19.1	84
r		–0.89	–	0.06	–	–0.95	–
HCP ₀₅		1.02		0.79		1.76	

Table 5
Fractional composition of potato tubers, 2016–2018

Feeding area, cm ²	Control					Shirlan				
	Productivity, t/ha	Marketability, %	Fractions of tubers, %			Productivity, t/ha	Marketability, %	Fractions of tubers, %		
			> 55 mm	28–55 mm	< 28 mm			> 55 mm	28–55 mm	< 28 mm
1400	27.3	68	46.1	22.3	31.5	33.2	69	46.0	22.5	31.3
1750	27.9	73	49.2	22.9	27.9	35.4	74	49.7	24.0	26.2
2100 (c)	27.0	77	50.0	27.4	22.5	34.0	83	54.1	29.4	16.4
2450	24.9	83	54.6	29.3	16.0	36.6	85	53.8	31.1	15.0
2800	22.7	86	57.2	29.5	13.2	32.9	89	61.0	28.2	10.6
r	–0.89	0.99	0.98	0.95	–0.99	0.06	0.98	0.96	0.80	–0.97

In general, in experiments per 1 ha, between 140 thousand and 262 thousand stems were formed, the height of which differs according to the variants by 1.1–2.2 cm, i. e. very insignificant. The number of stems per 1 ha and per 1 m² correlated with the size of the feeding area at $r = -0.98$, the dependence is strong. On average, over three years, the leaf area per hectare varied from 14.58 to 27.47 thousand m², had an inverse and negative dependence on the feeding area: the larger the feeding area, the smaller the leaf area ($r = -0.98$).

The average daily growth of leaf surface ranged from 119.2 to 135.1 cm² and depended on the size of the feeding area: the larger the feeding area, the greater the average daily growth at $r = 0.96$. The value of the daily photosynthetic potential for three years ranged from 1.13 to 2.03 million m²/ha to a large extent increased from the feeding area: the larger the feeding area, the lower the photosynthetic potential indicator ($r = -0.98$), the relationship is inverse and negative.

In experiments, the mass of tops in the control variant ranged from 4.70 to 9.90 t/ha and had a negative dependence on the feeding area at $r = -0.80$. When treated with fungicide shirlan, it was in the range of 10.4–46.5 t/ha. At the same time, an average positive relationship was observed between the feeding area and the mass of the tops ($r = 0.51$).

From the data in table 3, it can be seen that the economic productivity of leaves had a direct positive dependence on the feeding area (planting pattern), i.e. with an increase in the feeding area, the economic productivity of leaves increases ($r = 0.94$). The highest economic productivity of leaves was obtained in the variant with a feeding area of 2800 cm² (planting pattern 70 × 40 cm) – 1.55 t/thousand. m². The lowest productivity was noted in the variant with a feeding area of 1400 cm² – 0.99 t/thousand m².

On average, over three years of research, the yield of potato in the control variant is inversely correlated between the

feeding area and the yield value: with an increase in the feeding area, the yield decreases from 27.9 to 22.7 t/ha ($r = -0.89$), i. e. Feedback and negative.

Of all the variants studied, the highest yield was obtained with a feeding area of 2450 cm² (70 × 35 cm) using the fungicide Shirlan 36.6 t/ha (factor B), which is 31.1 % higher than the control (factor A). When using shirlan, no correlation was found between the area of plant nutrition and productivity ($r = 0.06$).

When processing with infinito, with an increase in the feeding area, the yield decreased from 34.0 to 19.1 t/ha. The relationship was negative ($r = -0.95$). The decrease in the yield level under the influence of the fungicide infinito can be explained by its systemic action in comparison with the drug of contact action – shirlan.

When potato plants were treated with the fungicide shirlan, the share of large, medium-sized tubers in the yield increased and amounted to 53.8–31.1 %, respectively, which is higher than the control variant, and in addition, a positive close relationship was established between the area of plant nutrition and the yield of marketable products. The correlation coefficient in the control (factor A) was 0.99 and when using shirlan (factor B) $r = 0.98$.

Similar positive close relationships between the feeding area and the large fraction of tubers were established both in the control ($r = 0.98$) and in the experimental ($r = 0.96$). With an increase in the feeding area, the proportion of average size of tubers increases. At the same time, a close positive relationship was established both in the control ($r = 0.95$) and in the experimental variants ($r = 0.80$). With an increase in the feeding area, the size of the small fraction decreased, while a close inverse relationship was established with the coefficient in the control -0.99 and in the experimental variant -0.97 .

The calculation of economic efficiency showed that during the years of research, the production cost fluctuated within the range of 4446–9446 rubles/ton, the profit from 63 724 to 269 172 rubles/ha and the level of profitability in the range of 24.66–165.43 %. It is economically efficient to plant potato tubers using the Shirlan fungicide in a variant with a feeding area of 2450 cm² (with a scheme of 70 × 35 cm), where the lowest cost price (4446 rubles/ton), the highest profit (269 172 rubles/ha) and the highest profitability (165.43 %).

The analysis of energy efficiency showed that with an increase in the yield of potato in all variants, the total energy consumption for the crop increased from 80.7 to 120.7 thousand MJ/ha. Net energy income ranged from 15.8 to 32.3 thousand MJ/ha, depending on the yield. The energy cost in all variants was in the range from 3.30 to 4.42 thousand MJ/ha. The energy efficiency coefficient in all variants varied from 1.00 to 1.27.

Discussion and Conclusion

Studies carried out on the developed technology of cultivation of potato Gala variety with the use of fungicides in the conditions of the Middle Urals made it possible to draw the following conclusions:

1. According to phenological data, the onset of the “emergence of seedlings” phenophase occurred simultaneously in all variants, regardless of the feeding area in all years of research. In three years, the period from planting to full emergence of potato was 21 days. It was found that the area of plant nutrition influenced the duration of the potato growing season, i.e. the larger the feeding area, the longer the growing season at $r = 1.00$.

2. Observations of the growth of potato plants in height showed that during different periods of the growing season the height of the stem was different in all periods of the growing season. A tendency was noted for the dependence of the average plant height for the growing season on the area of plant nutrition: the larger the area of nutrition, the lower the height of the plants ($r = -0.96$). There was a slight increase in the number of stems with an expansion of the feeding area with a correlation coefficient (per plant $r = 0.53$, per 1 m² and per 1 ha $r = -0.98$). However, the leaf area per hectare had a clear dependence on the feeding area (from 100 to 188% at $r = -0.98$): with an increase in feeding area, the leaf area decreases.

3. The highest yield of all the studied variants was obtained with a feeding area of 2450 cm² (70 × 35 cm) using the fungicide Shirlan 36.6 t/ha (factor B), which is 31.1 % higher than the control (factor A).

To increase the yield and the level of profitability of the production of potato Gala variety, depending on the feeding area in the Middle Urals, we recommend using the variant with a feeding area of 2450 cm² (70 × 35 cm), which turned out to be the best in the experience when using the fungicide Shirlan, where the highest yield was obtained 36.6 t/ha, with the lowest cost price of 4,446 rubles/t with the highest profit of 269,172 rubles/ha and the highest profitability of 165.43 %. In general, in all variants of the experiment, the energy efficiency coefficient did not exceed 1.27.

References

1. Devyatkina L. N. Potato production: global and national discourses // Bulletin NGIEI. 2018. No. 5 (84). Pp. 122–134.
2. Hameed A., Zaidi Shan-e-Ali S., Shakir S., Mansoor S. Applications of new breeding technologies for potato improvement [e-resource] // Frontiers in plant Science. 2018. Vol. 9. Pp. 1–15. DOI: 10.3389/fpls.2018.00925. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6034203/pdf/fpls-09-00925.pdf> (appeal date: 08.09.2020).
3. Hasanova R. T. Influence of planting density and fertilization on the productivity of potato tubers // Bulletin of Science and Practice. 2019. Vol. 5. No. 10. Pp. 107–114. DOI : 10.33619/2414-2948/47/15.
4. Ivenin V. V., Ivenin A. V., Ivenina V. V. Agrotechnical features of growing potatoes. Saint Peterbourg: The “Doe” Guide, 2015. 336 p.
5. Ivenin V. V., Ivenin A. V., Sakov A. P., Bogomolov V. N., Novosadov A. A. Optimization of the Dutch soil cultivation system for potatoes: monograph / Under the total scientific ed. of prof. V. V. Ivenina. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 2017. 192 p.
6. Karpukhin M. Yu., Krupskiy I. N., Keita F. Technology for growing potatoes in the Middle Urals: scientific and practical recommendations. 2nd ed., ext. and reslave. Ekaterinburg, 2016. 26 p.
7. Kolchina L. M. Technologies and equipment for potato production. 2nd ed. Moscow: Yurayt Publishing House ; Rosinformagroteh, 2019. 163 p.
8. Lishchenko V. F. World Potato Production: Role in Nutrition, Volumes and Growth Dynamics, Regional Possibilities of Distribution, Influence of Consumer Demand and New Technologies // Monograph “Status and Prospects for the Development of the Food System of Russia (by the Example of the Potato Complex) / V. F. Lishchenko, B. V. Anisimov, N. N. Kolchin, V. I. Starovoitov, et al. Moscow: Economics, 2016. Pp. 15–30.
9. Mingalev S. K., Tyutenov E. S. Productivity and quality of potato tubers depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the Middle Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 6. Pp. 24–27.
10. Shegelman I. R., Vasilev A. S. Formation of a knowledge base in the field of technologies and physical effects for the preparation, storage and use of seed potatoes // EurAsian Journal of BioSciences. 2020. No. 14. Pp. 201–212.
11. Starovoitova O. A., Zhevora S. V., Starovoitov V. I., Oves E. V., et al. Competitive technologies for seed production, production and storage of potatoes. Moscow: “Rosinformagroteh”, 2018. 236 p.
12. Tunio H. Mazhar, Gao J., Shaikh A. Sher. Potato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security [e-resource] // Chilean journal of agricultural research 80(1) January-march 2020. –P. 118–132. DOI: 10.4067/s0718-58392020000100118. URL: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chiljar/v80n1/0718-5839-chiljar-80-01-118.pdf> (appeal date: 06.09.2020).

13. Tyutenov E. S., Mingalev S. K., Chulkov V. A., Sapakrklycheva S. E. The influence of varieties and planting density on the formation of potato productivity // Konyaev readings: collection of scientific papers of the VI International Scientific and Practical Conference (December 13–15, 2017). Ekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2018. Pp. 99–102.
14. Usanova Z. I., Oserbaev A. K., Zinyaev K. I., Pavlov M. N. Tubers, Biological features and technologies for the cultivation of potatoes and earthen pears / Ed. by Z. I. Usanova. Tver: LLC Triad Publishing House, 2018. 152 p.
15. Vakulenko V. V. Against potato diseases: the combined use of EpinExtra, Zircon and silicon-containing chelated micronutrient fertilizers Siliplant with fungicides provides effective protection of potatoes against diseases and helps to improve product quality // Potato and Vegetables. 2016. № 2. P. 34.
16. Wasilewska-Nascimento B., Boguszewska-Mankowska D., Zarzynska K. Challenges in the Production of High-Quality Seed Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) in the Tropics and Subtropics [e-resource] // Agronomy. 2020. Vol. 10. No. 260. Pp. 1–15. DOI: 10.3390/agronomy10020260. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/2/260/htm> (appeal date: 07.09.2020).

Authors' information:

Fode Keita^{1,2}, postgraduate¹, assistant professor², ORCID 0000-0001-7156-2623; (+22321) 26-20-12, keitafode2016@gmail.com

Mikhail Yu. Karpukhin², candidate of agricultural sciences, associate professor, vice-rector for research and innovation, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; mkarpukhin@yandex.ru

¹Rural Polytechnic Institute for Education and Applied Research of Katibougou, Koulikoro region, Mali Republic

²Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Введение в культуру *in vitro* *Hedysarum gmelinii* Ledeb.

Е. С. Аврамова^{1✉}, О. Е. Черепанова¹

¹ Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

✉ Email: moon.lena96@mail.ru

Аннотация. *Hedysarum gmelinii* (копеечник Гмелина) является перспективным видом для введения в культуру и дальнейшего использования в аграрной и фармакологической промышленности. Цель исследовательской работы заключалась в получении культуры *in vitro* *H. gmelinii*. Данный вид в настоящий момент находится под угрозой исчезновения в нескольких субъектах РФ, что делает поиск новых способов сохранения естественных популяций актуальным. **Материалы и методы:** семена *H. gmelinii* были собраны в Татарстане и Башкортостане, после чего хранились при температуре 4 °С. Предварительно стерилизованные семена добавляли в среду Мурасиге – Скуга, содержащую фитогормоны БАП и ИУК в 4 вариантах концентраций. В период прорастания температуру поддерживали на уровне 20 °С, а длина светового дня составляла 16 часов. **Результаты.** Начало прорастания отметили к 15 дню. Затем наиболее жизнеспособные проростки пересадили на свежую среду, где через 13 дней отметили формирование молодых растений *H. gmelinii*. Наиболее активное образование каллуса идет у представителей из Татарстана. Таким образом, **новизна** данного исследования заключается в том, что была подобрана оптимальная среда для проращивания *in vitro* семян вида *H. gmelinii*, которая обеспечивает жизнеспособность растений и дает возможность получить культуру тканей для изучения состава биологически активных компонентов.

Ключевые слова: 6-бензиламинопурин (БАП), гетероауксин (ИУК), среда Мурасиге – Скуга; прорастание семян; *Hedysarum gmelinii* Ledeb., *Fabaceae*, введение в культуру, каллус, фармакология, аграрная промышленность, исчезающий вид.

Для цитирования: Аврамова Е. С., Черепанова О. Е. Введение в культуру *in vitro* *Hedysarum gmelinii* Ledeb. // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 35–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-35-42.

Дата поступления статьи: 19.05.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

H. gmelinii, или копеечник Гмелина, относится к семейству бобовых. Род копеечников (*Hedysarum*) включает в себя около 300 видов [1] однолетних или многолетних трав, произрастающих в Азии, Европе, Северной Африке и Северной Америке [2]. Ареал вида *H. gmelinii* образуется из двух разобщенных частей, где азиатская имеет большую площадь и охватывает в том числе часть Сибири, а меньшая расположена в западном Приуралье (Республика Башкортостан, Республика Татарстан, Пермская и Оренбургская области) и Поволжье (Самарская, Волгоградская, Ульяновская, Саратовская области). Ареал вида является дизъюнктивным, что связано с облигатной кальцефильностью вида, произрастающего на меловых и известняковых субстратах. [3, с. 60]. У *H. gmelinii* простой полный онтогенез, включающий четыре периода и десять возрастных состояний, однотипный во всех исследованных условиях произрастания, продолжительностью около 50 лет [4, с. 72]. В настоящей работе были использованы семена, собранные в западной части ареала, а именно в Башкортостане и Татарстане. Основная цель нашей исследовательской работы заключалась в подборе оптимальной среды на основе широко распространенной питательной среды Мурасиге – Скуга для введения в культуру *in vitro* перспективного вида *H. gmelinii*.

Растения рода *Hedysarum* активно и на протяжении длительного периода используются в качестве лекарственного сырья в китайской народной медицине. Проявляемый интерес к данной группе растений связан с повышенным содержанием различных биологически активных соединений, которые локализованы преимущественно в корневой системе, однако прорабатывается возможность получения удовлетворительного выхода ряда перспективных соединений и из надземной части. В перечень биологически активных веществ входят флавоноиды, тритерпеноиды, кумарины, лигнаны, алкалоиды, аминокислоты, стеролы, высшие жирные кислоты, полисахариды и дубильные вещества. В ранних исследованиях (Г. С. Глызина и Н. Ф. Комиссаренко 1967 г., Г. И. Высочина и др. 2011 г., Yi Liu и др. 2018 г. и 2019 г.) из *H. gmelinii* были получены флавоноиды (2,6 %) 3- α -L-рамнофуранозидквертицина, 3- α -L-арабинофуранозидквертицина; халконы хедизарумин А, хедизарумин В, паратокарпин Е; птерокарпан 3-гидрокси-9-метоксиптерокарпан; тритерпеноиды лупеол, соясапогенол, сквазапогенол; кумарин 3,9-дигидроксикуместан; стерол β -ситостерол; высшая жирная кислота пальмитиновая кислота, а также 2,3-дигидроксипропиловый эфир гексадекановой кислоты [5–8] Также можно выделить сахарозу и моносахара из листьев (1,95 %), цветков (7,16 %), плодов (3,42 %) [9], [10].

Различные экстракты растений рода *Hedysarum* обладают антиоксидантными, антивозрастными, противоопухолевыми, антидиабетическими свойствами [5–11], участвуют в регуляции процессов иммунной системы.

Фармакологическим потенциалом обладают не только взрослые и полностью сформированные растения. В работе группы ученых (Jon Krakauer, Ying Long, Andrew Kolbert и др., 2015 г.) было установлено, что в семенах *H. alpinum* в достаточной концентрации содержится L-канаванин, который способен спровоцировать смерть человека [12]. Подобный случай произошел в 1992 г. на Аляске, когда Кристофер Маккэндлесс, зная о том, что корни *H. alpinum* съедобны, употребил в пищу семена этого растения, после чего скончался. Этот факт акцентирует внимание на необходимости изучения состава биологически активных веществ, содержащихся во всех частях растения.

Также определенный интерес вызывают симбиотические отношения между *H. gmelinii* и клубеньковыми бактериями. В исследовании 2017 г. (А. Л. Сазанова, И. Г. Кузнецова, В. И. Сафронова и др.) было установлено, что среди микросимбионтов этого растения встречаются штаммы симбиотических видов клубеньковых бактерий (*Rhizobium* sp.), а также атипичные виды, представители которых не образуют симбиоз (*Phyllobacterium endophyticum*, *Ph. Loti* и *Boseasp.*) [13]. Штаммы не симбиотических видов ризобий могут присутствовать в клубеньках как носители генов, которые не участвуют непосредственно в формировании симбиоза, но могут влиять на его эффективность. Дальнейшее фенотипическое и генетическое изучение изолированных микроорганизмов может внести существенный вклад в понимание путей эволюции и развития растительно-микробных взаимодействий в бобово-ризобийной системе. Симбиотические взаимоотношения являются жизненно необходимыми для растения и в изменяющихся условиях окружающей среды важно установить, как загрязнение почвы влияет на самих микросимбионтов. В исследовании 2015 г. (Hui Yan, Zhao Jun Ji, Yin Shan Jiao и др.) было установлено, что *H. polybotrys* связывался с *Mesorhizobium septentrionale* [14]. Результаты показали, что плодородие почвы может выступать ведущим фактором, определяющим распределение ризобий, связанных с этим культивируемым растением.

Обладая высоким фармакологическим потенциалом, избирательностью к условиям своего произрастания, а также являясь, наряду с другими представителями сем. *Fabaceae* прекрасным кормовым растением *H. gmelinii*, является перспективным объектом изучения, сохранения путем введения в культуру *in vitro*, а также разработки стратегии по его использованию [15].

Методология и методы исследования (Methods)

Семенной материал *H. gmelinii* был собран в Татарстане и Башкортостане и хранился до момента использования при 4 °С.

Компонентный состав среды Мурасиге – Скуга, используемый нами для введения в культуру *H. gmelinii*, представлен в таблице.

После приготовления питательную среду разливали в объеме 25 мл в стеклянную посуду и автоклавировали.

Перед стерилизацией все семена очищали от сухих оболочек. Из каждой популяции нами было отобрано по 100 штук зрелых семян. Далее материал переносили в отдельные стаканы и подвергали стерилизации. В процессе следили, чтобы все семена были равномерно смочены и полностью находились в растворе.

На первом этапе стерилизации семенной материал погружали в 75-процентный спирт на 3 минуты. Далее переносили в гипохлорид 3 % (раствор Белизны) на 10 минут, после чего семена отмывали в стерильной дистиллированной воде по 10 минут 3 раза, активно перемешивая, после каждого раза вода менялась.

Семена помещали на питательную среду так, чтобы избежать загущения и снизить риск возможной контаминации. При высаживании каждое семя после окончания стерилизации накалывали предварительно обожженной иглой. Семена проращивались при температуре 20 °С и 16-часовом световом дне.

Далее при проведении пересаживания проростков, а затем и взрослых растений на новую питательную среду повторная стерилизация не проводилась, оставался неизменным и ее состав.

Результаты (Results)

Изучая доступные источники литературы, заключили, что *H. gmelinii* является перспективным видом для интродукции, а также данный вид нуждается в защите для восстановления численности природных популяций.

H. gmelinii относится к секции *Multicaulia* [16–18]. В исследовании Yi Liu с соавторами в 2019 г. была подтверждена более тесная генетическая связь между данной секцией *Multicaulia* и *Subacaulia*. Также было обнаружено, что изофлавоноиды и птерокарпаны являются общими составляющими рода *Hedysarum*, особенно среди трех травянистых секций (*Obscura*, *Multicaulia* и *Subacaulia*), в то время как халконы (особенно пренилированные халконы) могут быть характерными составляющими секций *Multicaulia* и *Subacaulia*. Характерными составляющими секции *Fruticosa* (*H. polybotrys*) являются птерокарпаны, бензофураны и куместаны [19]. Таким образом, при недостатке теоретических данных о содержании какого-либо вещества в *H. gmelinii* можно сделать предположение о его наличии, основываясь на результатах близкородственных видов данного рода, и далее уже в лабораторных условиях попытаться получить искомое вещество, используя культуру ткани.

Из-за эколого-биологических особенностей и частого использования человеком некоторые виды рода *Hedysarum* находятся в положении резкого сокращения численности популяции. *H. gmelinii* состоит в данный момент в Красной книге Республики Татарстан [20]. Был отмечен и в Красных книгах других регионов (Республика Башкортостан – 2001 г., Курганская область – 2012 г., Омская область – 2015 г., Оренбургская область – 2014 г., Самарская область – 2017 г., Республика Саха (Якутия) – 2017 г., Ульяновская область – 2015 г., Челябинская область – 2017 г.) [21], [22, с.88], [23], [24, с.112]

Таблица
Состав среды Мурасиге – Скуга

Компоненты		Количество, мг (если не указано иное)
NH_4NO_3		1650
KNO_3		1900
CaCl_2 плав		310
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$		370
KH_2PO_4		170
Микроэлементы по Мурасиге – Скуга		1 мл
Fe-хелат		5 мл
Мезоинозит		100
Витамины по Мурасиге – Скуга		1 мл
Сахароза		30 г
Агар		8 г
Вода		1 л
Гормоны (варианты)	6-бензиламинопурин (БАП), мг	Гетероауксин (ИУК), мг
1	–	–
2	1,0	0,1
3	0,1	1,0
4	1,0	1,0

Table
The composition of the Murashige and Skoog medium

Ingredients		Amount of substance, mg (unless otherwise stated)
NH_4NO_3		1650
KNO_3		1900
CaCl_2		310
$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$		370
KH_2PO_4		170
Micronutrients of MS		1 ml
Fe-chelate		5 ml
Mesoinositol		100
Vitamins of MS		1 ml
Saccharose		30 g
Agar		8 g
Water		1 l
Hormones (versions)	6-benzylaminopurine (BAP), mg	Indole-3-acetic acid (IAA), mg
1	–	–
2	1,0	0,1
3	0,1	1,0
4	1,0	1,0

При этом растения рода *Hedysarum* могут использоваться не только непосредственно в фармакологической промышленности, но и как кормовое сырье. Растение способно давать высокие приросты показателей биомассы в летний период, но его продуктивность варьирует в зависимости от условий произрастания (тип субстрата, уровень освещенности, влажность и температура воздуха). Копеечники, произрастающее в кустарниково-разнотравно-злаковых степях на террасах горных рек, на остепненных лугах без пастбищной нагрузки, а также в поймах горных рек, имеют высокие значения основных биолого-морфологических характеристик, таких как диаметр каудекса, число побегов, число листьев и соцветий, биомасса надземной части особи. Наименьшие показатели биомассы представлены у растений ценопопуляций, про-

израстающих в условиях остепненного луга с пастбищной дигрессией и полынно-мелкодерновинно-злаковой степи. Также копеечники привлекают внимание исследователей, являясь прекрасным сырьем для биотоплива. Стебли *H. coronarium* содержат значительное количество общих растворимых сахаров и полисахаридов в клеточной стенке, в отличие от листьев, которые богаты белками и лучше всего подойдут в качестве кормового вида для скота. Таким образом, использование этого растения в аграрной промышленности может решать одновременно несколько разнонаправленных задач [25], [26].

Интересны исследования, изучающие влияние копеечника на рост шерсти скота [27], противогельминтное действие растения [28], [29].

a)
a)б)
b)

Рис. Взрослое растение *H. gmelinii*, выращенное в условиях *in vitro*:

а) Башкирия, б) Татарстан

Fig. Adult *H. gmelinii* plant grown *in vitro*:

a) Bashkortostan, b) Tatarstan

На всхожесть семян в условиях *in vitro* влияет множество факторов (от качества питательной среды и частоты пересевания до условий экспозиции), и поиск подходящих условий для культивирования является актуальной проблемой. После посева на питательную среду семена активно начали прорастать к 15 дню. Далее мы провели пересадку наиболее перспективных и жизнеспособных проростков на свежую питательную среду, на которой еще через 13 дней были сформированы молодые растения с хорошо развитой вегетативной частью (см. рис.).

Одним из объектов изучения может стать активная форма кислорода (АФК), которая оказывает благоприятное воздействие на процессы прорастания семян. В работе 2016 г. (Liqiang Su, Qinying Lan, Hugh W. Pritchard, Hua Xue, Xiaofeng Wang) было установлено, что АФК, применяемая вместе с фитогормонами, увеличивает всхожесть семян, а также сокращает время прорастания *H. scoparium* [30].

Корневая система запаздывала в росте. Вероятно, для успешного развития корневой системы у молодых растений необходима соответствующая дополнительная гормональная стимуляция. И в естественных условиях у копецников существуют особенности в онтогенетическом развитии. По результатам проведенных исследований (С. А. Сенатор, 2017 г.) определены онтогенетические (возрастные) спектры ценопопуляций плейстоценового реликта *H. gmelinii* в европейской части ареала. Семь ценопопуляций Средней Волги и Приуралья отличаются довольно высокой плотностью. Онтогенетический спектр в большинстве случаев неполночленный, что связано с быстрым отмиранием растений после завершения генератив-

ного состояния, а также тем, что *H. gmelinii* произрастает в сообществах с развитой дерниной, препятствующей прорастанию семян и развитию молодых растений. В случае когда вид произрастает на меловых отложениях, в сообществах с разреженным травостоем, семена часто смываются осадками или сдуваются ветром с поверхности субстрата, а образовавшиеся проростки испытывают значительный недостаток влаги и элиминируют. Существенное влияние на молодые растения здесь оказывают эрозионные процессы на склонах [31], [32, с. 47].

Многочисленные новые вегетативные почки появлялись на поверхности каллуса. Каллус формировался в большинстве случаев плотным по структуре, но слабо окрашенным. При последующих делениях рост каллуса и образование почек не замедлялись, то есть развитие происходило не волнообразно, что указывает на оптимально подобранную концентрацию гормонов. Способность к ускоренной дифференциации клеток каллуса возможно использовать на этапах увеличения общей массы культуры.

Для стимуляции ростовых процессов при успешном вегетативном делении провели пересадку растений и частей кустов на свежую питательную среду еще через месяц. При частой смене среды растения *H. gmelinii* не показывают увядания листьев, что было отмечено нами в большей степени на материале из Башкирии, где при сохранении оптимальных условий наблюдали увядание развитых листьев.

Наиболее активный рост показали проростки из Татарстана. При делении отдельных молодых кустов активное образование каллусной ткани наблюдали у представите-

лей *H. gmelinii* из Татарстана, тогда как растения, произрастающие в Башкирии, показывают спад ростовой активности.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Предложенный нами состав среды можно считать подходящим для проращивания семян *H. gmelinii*, а также для формирования культуры тканей. Наиболее перспективными для формирования культуры *H. gmelinii* можно считать семенной материал растений, произрастающих в Татарстане. Растения демонстрируют хорошие рост и ветвление. Таким образом, нами была получена культура,

которая успешно культивируется в условиях *in vitro*. Данную культуру планируется использовать для сравнительного изучения биологически активных веществ, входящих в состав разнообразных экстрактов *H. gmelinii*, а также для формирования коллекции открытого грунта на территории Ботанического сада УрО РАН.

Благодарности (Acknowledgements)

Авторский коллектив выражает благодарность за предоставленный семенной материал доктору биологических наук М. С. Князеву и кандидату биологических наук Е. Г. Филиппову.

Библиографический список

1. The Plant List: A working list of all plant species [Электронный ресурс]. URL: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Leguminosae/Hedysarum> (дата обращения: 13.04.2020).
2. GBIF – The Global Biodiversity Facility [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org/species/2960767> (дата обращения: 13.04.2020).
3. Ильина В. Н. О распространении копеечников Разумовского и Гмелина в бассейне Средней Волги // Теоретические проблемы экологии и эволюции. Теория ареалов: виды, сообщества, экосистемы (V Любичевские чтения): сборник трудов конференции. Тольятти, 2010. С. 58–62.
4. Жмудь Е. В. Активность ингибиторов трипсина у представителей родов *Hedysarum* L. и *Astragalus* L. (Fabaceae Lindl.) в Южной Сибири: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук, 03.02.01. Новосибирск, 2016. 406 с.
5. Glyzina G. S., Komissarenko N. F. The Flavonoids of *Hedysarum gmelinii* // Chemistry of Natural Compounds. 1967. Vol. 3. No. 2. Pp. 138–139. DOI: 10.1007/BF00567183.
6. Vysochina G. I., Kukushkina T. A., Karnaukhova N. A., Selyutina I. Yu. Flavonoids of Wild and Introduced Plants of Several Species of the *Hedysarum* L. Genus // Chemistry for Sustainable Development. 2011. No. 19. Pp. 327–333.
7. Dong Y., Tang D., Zhang N., Li Y., Zhang C., Li L., Li M. Phytochemicals and biological studies of plants in genus *Hedysarum* [Электронный ресурс] // Chemistry Central Journal. 2013. Vol. 7. No. 124. Pp. 1–13. DOI: 10.1186/1752-153X-7-124. URL: <http://journal.chemistrycentral.com/content/7/1/124> (дата обращения: 17.04.2020).
8. Liu Y., Zhang J., Wen R., Tu G.-Z., Chen H.-B., Liang H., Zhao Y.-Y. Anti-inflammatory and antiproliferative prenylated chalcones from *Hedysarum gmelinii* // Journal of Asian Natural Products Research. 2018. No. 20 (11). Pp. 1009–1018. DOI: 10.1080/10286020.2018.1450390.
9. Беленовская Л. М., Лесиовская Е. Е. Растительные ресурсы России: дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Том 3. Семейства Fabaceae–Apiaceae. Санкт-Петербург; Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 601 с.
10. Соколов П. Д. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Hydrangeaceae – Haloragaceae. Ленинград: Наука, 1987. 326 с.
11. Hu F., Li X., Zhao L., Feng S., Wang C. Antidiabetic properties of purified polysaccharide from *Hedysarum polybotrys* // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 2010. No. 88 (1). Pp. 64–72. DOI: 10.1139/Y09-098.
12. Krakauer J., Long Y., Kolbert A., Thanedar S., Southard J. Presence of L-Canavanine in *Hedysarum alpinum* Seeds and Its Potential Role in the Death of Chris McCandless // Wilderness and Environmental Medicine. 2015. No. 26 (1). Pp. 36–42. DOI: 10.1016/j.wem.2014.08.014.
13. Sazanava A. L., Kuznetsova I. G., Safronova V. I., Belimov A. A., Popova Zh. P., Tikhomirova N. Yu., Osledkin Yu. S. Study of the genetic diversity of microsymbionts isolated from *Hedysarum gmelinii* subsp. *setigerum*, growing in the Baikal lake region // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. No. 5. Pp. 1004–1011. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.5.1004eng.
14. Yan H., Ji Z. J., Jiao Y. S., Wang E. T., Chen W. F., Guo B. L., Chen W. X. Genetic diversity and distribution of rhizobia associated with the medicinal legumes *Astragalus* spp. and *Hedysarum polybotrys* in agricultural soils // Systematic and Applied Microbiology. 2016. Vol. 39. Iss. 2. Pp. 141–149. DOI: 10.1016/j.syapm.2016.01.004.
15. Попова И. А., Плаксина Т. И., Куркин В. А., Рыжов В. М., Тарасенко Л. В. Рациональное использование видов рода *Hedysarum* L., произрастающих в Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-9. С. 2279–2281.
16. Liu Y., Yanga Y., Liua Y., Wanga W., Zhaoa Y., Chend H., Lianga H., Zhanga Q. Chemotaxonomy studies on the genus *Hedysarum* // Biochemical Systematics and Ecology. 2019. Vol. 86. No. 103902. Pp. 1–4. DOI: 10.1016/j.bse.2019.05.010.
17. Duan L., Wen J., Yang X., Liu P.-L., Arslan E., Ertugrul K., Chang Z.-Y. Phylogeny of *Hedysarum* and tribe Hedysareae (Leguminosae: Papilionoideae) inferred from sequence data of ITS, matK, trnL-F and psbA-trnH // Taxon. 2015. Vol. 64. Pp. 49–64. DOI: 10.12705/641.26.
18. Zvyagina N. S., Dorogina O. V., Catalan P. Genetic relatedness and taxonomy in closely related species of *Hedysarum* (Fabaceae) // Biochemical Systematics and Ecology. 2016. No. 69. Pp. 176–187. DOI: 10.1016/j.bse.2016.10.001.

19. Sa R., Su D., Debreczy Z. Taxonomic notes on the *Hedysarum gmelinii* complex (Fabaceae) // *Annales Botanici Fennici*. 2010. No. 47 (1). Pp. 51–58. DOI: 10.5735/085.047.0106.
20. Особо охраняемые природные территории России [Электронный ресурс]. URL: <http://oopt.aari.ru/rbdata/1105/bio/44968> (дата обращения: 13.04.2020).
21. Плантариум: определитель растений онлайн [Электронный ресурс] URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/18170.html> (дата обращения: 13.04.2020).
22. Письмаркина Е. В., Силаева Т. Б. Флористические материалы для ведения Красной книги Ульяновской области за 2015 год // *Известия Уфимского научного центра РАН*. 2016. № 1. С. 87–91.
23. Абрамова Л. М., Мустафина А. Н., Каримова О. А. Онтогенетическая структура и состояние ценопопуляций реликтового вида *Hedysarum gmelinii* Ledeb. в Предуралье Республики Башкортостан // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. 2019. Т. 19. № 3. С. 350–356. DOI: 10.18500/1816-9775-2019-19-3-350-356.
24. Ямалов С. М., Лебедева М. В., Голованов Я. М., Петрова М. В. Редкие и нуждающиеся в охране виды растений каменистых степей Южного и Среднего Урала // *Самарский научный вестник*. 2019. Т. 8. № 4 (29). С. 107–115. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14119.
25. Карнаухова Н. А., Сыева С. Я. Биолого-морфологические характеристики *Hedysarum gmelinii* Lebed. (Fabaceae) в Горном Алтае // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2017. № 12 (158). С. 86–89.
26. Amato G., Giambalvo D., Frenda A. S., Mazza F., Ruisi P., Saia S., Di Miceli G. Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) as Potential Feedstock for Biofuel and Protein // *BioEnergy Research*. 2016. Vol. 9. Pp. 711–719. DOI: 10.1007/s12155-016-9715-5.
27. Terrill T. H., Douglas G. B., Foote A. G., Purchas R. W., Wilson G. F., Barry T. N. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture // *Journal of Agricultural Science*. 1992. No. 119. Pp. 265–273. DOI: 10.1017/S0021859600014192.
28. Niezena J. H., Charleston W. A. G., Robertson H. A., Shelton D., Waghorna G. C., Green R. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes // *Veterinary Parasitology*. 2002. No. 105 (3). Pp. 229–245. DOI: 10.1016/S0304-4017(02)00014-6.
29. Molan A.-L., Rebecca A., Bbookes I. M., McNabb W. C. Effects of Sulla Condensed Tannins on the Degradation of Ribulose-1,5-bisphosphate Carboxylase/Oxygenase (Rubisco) and on the Viability of Three Sheep Gastrointestinal Nematodes In vitro // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2004. No. 3 (3). Pp. 165–174. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2004.165.174>.
30. Su L., Lan Q., Pritchard H. W., Xue H., Wang X. Reactive oxygen species induced by cold stratification promote germination of *Hedysarum scoparium* seeds // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2016. Vol. 109. Pp. 406–415. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.10.025.
31. Senator S. A. Flora Diversity of Physical-Geographical Regions and a Scheme of Floristic Zoning of Middle Povolzh'e // *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 2016. No. 1. Pp. 94–105. DOI: 10.18500/1684-7318-2016-1-94-105.
32. Ильина В. Н., Абрамова Л. М., Мустафина А. Н. Структура и состояние ценопопуляций редкого вида *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (Fabaceae) в различных частях ареала // *Самарский научный вестник*. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 42–49. DOI: 10.24411/2309-4370-2020-11106.

Об авторах:

Елена Степановна Аврамова¹, лаборант-исследователь лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса, ORCID 0000-0003-3341-4456, AuthorID 1078942; +7 999 565-18-84, moon.lena96@mail.ru

Ольга Евгеньевна Черепанова¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса, ORCID 0000-0001-7775-6488, AuthorID 736817; +7 922 145-98-79, botgarden.olga@gmail.com

¹ Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Establishment of in vitro culture of *Hedysarum gmelinii* Ledeb.

E. S. Avramova¹✉, O. E. Cherepanova¹

¹ Botanical Garden of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: moon.lena96@mail.ru

Abstract. *Hedysarum gmelinii* is a perspective species for the introduction into the culture and further use in the agricultural industry and pharmacology. **The purpose** of this research is to find suitable medium for seed germination. At present, this species is under the threat of extinction in several subjects of the Russian Federation. That is why research of the optimal nutrient medium for the seeds of *H. gmelinii* is very relevant. **Materials and methods:** 100 pcs of mature seeds were selected from the populations of Tatarstan and Bashkortostan. The seed material had been stored at the 4 °C before it was used. The Murashige and Skoog (MS) medium was prepared under the protocol with adding of such plant hormones like 6-benzylaminopurine (BAP)

and Indole-3-acetic acid (IAA) in four types of concentrations. After that the sterilized seeds were planted. The germination was occurred at 20 °C and the daylight was 16 hours. **The results:** seeds started to grow up to 15th day of an experiment. Then the plants were transferred on the fresh medium. Young plants were formed after 13 days. Plants which seeds had been taken in Tatarstan showed the most active callus formation. Thus, **the originality** of this research is that the optimal medium for growing seeds of *Hedysarum gmelinii* in vitro was found. This medium ensures good viability and gives the opportunity to get the tissues culture for the further studies of the biologically active substances.

Keywords: 6-benzylaminopurine (BAP), Indole-3-acetic acid (IAA), Murashige and Skoog medium, seeds germination, *Hedysarum gmelinii* Ledeb., *Fabaceae*, establishment in vitro, callus, pharmacology, agricultural industry, threat under extinction.

For citation: Avramova E. S., Cherepanova O. E. Vvedenie v kul'turu in vitro *Hedysarum gmelinii* Ledeb. [Establishment of in vitro culture of *Hedysarum gmelinii* Ledeb.] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 35–42. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-35-42. (In Russian.)

Paper submitted: 19.05.2020.

References

1. The Plant List: A working list of all plant species [e-resource]. URL: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Leguminosae/Hedysarum> (appeal date: 13.04.2020).
2. GBIF – The Global Biodiversity Facility [e-resource]. URL: <https://www.gbif.org/species/2960767> (appeal date: 13.04.2020).
3. Il'ina V. N. O rasprostraneni kopechnikov Razumovskogo i Gmelina v bassejne Sredney Volgi [About the distribution of *Hedysarum razumovskianum* and *Hedysarum gmelinii* in the Middle Volga basin] // Teoreticheskie problem ekologii i evolyutsii. Teoriya arealov: vidy, soobshchestva, ekosistemy (V Liubishchevskie chteniia): sbornik trudov konferentsii. Tol'yatti, 2010. Pp. 58–62 (in Russian)
4. Zhmud' E. V. Aktivnost' ingibitorov tripsina u predstaviteley rodov *Hedysarum* L. i *Astragalus* L. (*Fabaceae* Lindl.) v Yuzhnoy Sibiri: dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni doktora biologicheskikh nauk [Activity of trypsin inhibitors in representatives of the genera *Hedysarum* L. and *Astragalus* L. (*Fabaceae* Lindl.) in Southern Siberia: the dissertation for the degree of doctor of biological sciences]. Novosibirsk, 2016. 406 p. (In Russian.)
5. Glyzina G. S., Komissarenko N. F. The Flavonoids of *Hedysarum gmelinii* // Chemistry of Natural Compounds. 1967. Vol. 3. No. 2. Pp. 138–139. DOI: 10.1007/BF00567183.
6. Vysochina G. I., Kukushkina T. A., Karnaukhova N. A., Selyutina I. Yu. Flavonoids of Wild and Introduced Plants of Several Species of the *Hedysarum* L. Genus // Chemistry for Sustainable Development. 2011. No. 19. Pp. 327–333.
7. Dong Y., Tang D., Zhang N., Li Y., Zhang C., Li L., Li M. Phytochemicals and biological studies of plants in genus *Hedysarum* [e-resource] // Chemistry Central Journal. 2013. Vol. 7. No. 124. Pp. 1–13. DOI: 10.1186/1752-153X-7-124. URL: <http://journal.chemistrycentral.com/content/7/1/124> (appeal date: 17.04.2020).
8. Liu Y., Zhang J., Wen R., Tu G.-Z., Chen H.-B., Liang H., Zhao Y.-Y. Anti-inflammatory and antiproliferative prenylated chalcones from *Hedysarum gmelinii* // Journal of Asian Natural Products Research. 2018. No. 20 (11). Pp. 1009–1018. DOI: 10.1080/10286020.2018.1450390.
9. Belenovskaya L. M., Lesiovskaya E. E. Rastitel'nye resursy Rossii: dikorastushchie tsvetkovye rasteniya, ikh komponentnyy sostav i biologicheskaya aktivnost'. Tom. 3. Semeystva *Fabaceae*-*Apiaceae* [Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. Vol. 3. Families *Fabaceae*-*Apiaceae*]. Saint Petersburg ; Moscow : Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. 601 p. (In Russian.)
10. Sokolov P. D. Rastitel'nye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskiy sostav, ispol'zovanie. Semeystva *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae* [Plant resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition, use. Families *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*]. Leningrad : Nauka, 1987. 326 p. (In Russian.)
11. Hu F., Li X., Zhao L., Feng S., Wang C. Antidiabetic properties of purified polysaccharide from *Hedysarum polybotrys* // Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 2010. No. 88 (1). Pp. 64–72. DOI: 10.1139/Y09-098.
12. Krakauer J., Long Y., Kolbert A., Thanedar S., Southard J. Presence of L-Canavanine in *Hedysarum alpinum* Seeds and Its Potential Role in the Death of Chris McCandless // Wilderness and Environmental Medicine. 2015. No. 26 (1). Pp. 36–42. DOI: 10.1016/j.wem.2014.08.014.
13. Sazanova A. L., Kuznetsova I. G., Safronova V. I., Belimov A. A., Popova Zh. P., Tikhomirova N. Yu., Osledkin Yu. S.. Study of the genetic diversity of microsymbionts isolated from *Hedysarum gmelinii* subsp. *setigerum*, growing in the Baikal lake region // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. No. 5. Pp. 1004–1011. DOI: 10.15389/agrobiol.2017.5.1004eng.
14. Yan H., Ji Z. J., Jiao Y. S., Wang E. T., Chen W. F., Guo B. L., Chen W. X. Genetic diversity and distribution of rhizobia associated with the medicinal legumes *Astragalus* spp. and *Hedysarum polybotrys* in agricultural soils // Systematic and Applied Microbiology. 2016. Vol. 39. Iss. 2. Pp. 141–149. DOI: 10.1016/j.syapm.2016.01.004.
15. Popova I. A., Plaksina T. I., Kurkin V. A., Ryzhov V. M., Tarasenko L. V. Ratsional'noe ispol'zovanie vidov roda *Hedysarum* L., proizrastayushchikh v Samarskoy oblasti [Rational use of *Hedysarum* L., growing in Samara region] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Vol. 14. No. 1–9. Pp. 2279–2281. (In Russian.)
16. Liu Y., Yanga Y., Liua Y., Wanga W., Zhaoa Y., Chend H., Lianga H., Zhanga Q. Chemotaxonomy studies on the genus *Hedysarum* // Biochemical Systematics and Ecology. 2019. Vol. 86. No. 103902. Pp. 1–4. DOI: 10.1016/j.bse.2019.05.010.

17. Duan L., Wen J., Yang X., Liu P.-L., Arslan E., Ertuğrul K., Chang Z.-Y. Phylogeny of *Hedysarum* and tribe Hedysareae (Leguminosae: Papilionoideae) inferred from sequence data of ITS, matK, trnL-F and psbA-trnH // *Taxon*. 2015. Vol. 64. Pp. 49–64. DOI: 10.12705/641.26.
18. Zvyagina N. S., Dorogina O. V., Catalan P. Genetic relatedness and taxonomy in closely related species of *Hedysarum* (Fabaceae) // *Biochemical Systematics and Ecology*. 2016. No. 69. Pp. 176–187. DOI: 10.1016/j.bse.2016.10.001.
19. Sa R., Su D., Debreczy Z. Taxonomic notes on the *Hedysarum gmelinii* complex (Fabaceae) // *Annales Botanici Fennici*. 2010. No. 47 (1). Pp. 51–58. DOI: 10.5735/085.047.0106.
20. Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Rossii [Specially Protected Natural Territories of Russia] [e-resource]. URL: <http://oopt.aari.ru/rbdata/1105/bio/44968> (appeal date: 13.04.2020). (In Russian.)
21. Plantarium: opredelitel' rasteniy onlayn [Plantarium: online plant guide] [e-resource]. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/18170.html> (appeal date: 13.04.2020). (In Russian.)
22. Pis'markina E. V., Silaeva T. B. Floristicheskie materialy dlya vedeniya Krasnoy knigi Ul'yanovskoy oblasti za 2015 god [Floral materials for the Red Data Book of the Ulyanovsk region over 2015] // *Proceedings of the RAS Ufa Scientific Centre*. 2016. No. 1. Pp. 87–91. (In Russian.)
23. Abramova L. M., Mustafina A. N., Karimova O. A. Ontogeneticheskaya struktura i sostoyanie tsenopopulyatsiy relikto-vogo vida *Hedysarum gmelinii* Ledeb. v Predural'e Respubliki Bashkortostan [Ontogenetic structure and population status of the relict species of *Hedysarum gmelinii* Ledeb. in the Cis-Urals republic of Bashkortostan] // *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology*. 2019. Vol. 19. No. 3. Pp. 350–356. DOI: 10.18500/1816-9775-2019-19-3-350-356. (In Russian.)
24. Yamalov S. M., Lebedeva M. V., Golovanov Ya. M., Petrova M. V. Redkie i nuzhdayushchiesya v okhrane vidy rasteniy kamenistyykh stepey Yuzhnogo i Srednego Urala [Rare plant species in need of protection in the rocky steppes of the Southern and Middle Urals] // *Samara Journal of Science*. 2019. Vol. 8. No. 4 (29). Pp. 107–115. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-14119 2019. (In Russian.)
25. Karnaukhova N. A., Syeva S. Ya. Biologo-morfologicheskie kharakteristiki *Hedysarum gmelinii* Lebed. (Fabaceae) v Gornom Altae [Biological and morphological characteristics of *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (Fabaceae) in the Altai mountains] // *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017. No. 12 (158). Pp. 86–89. (In Russian.)
26. Amato G., Giambalvo D., Frenda A. S., Mazza F., Ruisi P., Saia S., Di Miceli G. Sulla (*Hedysarum coronarium* L.) as Potential Feedstock for Biofuel and Protein // *BioEnergy Research*. 2016. Vol. 9. Pp. 711–719. DOI: 10.1007/s12155-016-9715-5.
27. Terrill T. H., Douglas G. B., Foote A. G., Purchas R. W., Wilson G. F., Barry T. N. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum coronarium*) and perennial pasture // *Journal of Agricultural Science*. 1992. No. 119. Pp. 265–273. DOI: 10.1017/S0021859600014192.
28. Niezena J. H., Charleston W. A. G., Robertson H. A., Shelton D., Waghorn G. C., Green R. The effect of feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) or lucerne (*Medicago sativa*) on lamb parasite burdens and development of immunity to gastrointestinal nematodes // *Veterinary Parasitology*. 2002. No. 105 (3). Pp. 229–245. DOI: 10.1016/S0304-4017(02)00014-6.
29. Molan A.-L., Rebecca A., Bbookes I. M., McNabb W. C. Effects of Sulla Condensed Tannins on the Degradation of Ribulose-1,5-bisphosphate Carboxylase/Oxygenase (Rubisco) and on the Viability of Three Sheep Gastrointestinal Nematodes In vitro // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2004. No. 3 (3). Pp. 165–174. URL: <http://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2004.165.174>.
30. Su L., Lan Q., Pritchard H. W., Xue H., Wang X. Reactive oxygen species induced by cold stratification promote germination of *Hedysarum scoparium* seeds // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2016. Vol. 109. Pp. 406–415. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.10.025.
31. Senator S. A. Flora Diversity of Physical-Geographical Regions and a Scheme of Floristic Zoning of Middle Povolzh'e // *Povolzhskiy Journal of Ecology*. 2016. No. 1. Pp. 94–105. DOI: 10.18500/1684-7318-2016-1-94-105.
32. Il'ina V. N., Abramova L. M., Mustafina A. N. Struktura i sostoyanie tsenopopulyatsiy redkogo vida *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (Fabaceae) v razlichnykh chastyakh areala [The structure and state of coenopopulations of the rare species *Hedysarum gmelinii* Ledeb. (Fabaceae) in different parts of the range] // *Samara Journal of Science*. 2020. Vol. 9. No 1 (30). Pp. 42–49. DOI: 10.24411/2309-4370-2020-11106. (In Russian.)

Authors' information:

Elena S. Avramova¹, research assistant of the laboratory of population biology of woody plants and forest dynamics, ORCID 0000-0003-3341-4456, AuthorID 1078942; +7 999 565-18-84, moon.lena96@mail.ru

Olga E. Cherepanova¹, candidate of biological sciences, researcher of the laboratory of population biology of woody plants and forest dynamics, ORCID 0000-0001-7775-6488, AuthorID 736817; +7 922 145-98-79, botgarden.olga@gmail.com

¹ Botanical Garden of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Оценка типа стрессоустойчивости коров-матерей и их потомков

И. М. Донник¹, О. Г. Лоретц¹, О. С. Чеченихина¹, О. А. Быкова^{1✉}, А. В. Степанов¹

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: olbyk75@mail.ru

Аннотация. Устойчивость к стрессам у коров зависит от таких факторов, как возраст, пол, упитанность, тип телосложения и наследственность. Последствия длительного влияния стресс-факторов на молочное стадо наносят трудно восстанавливаемый ущерб при производстве продукции. **Целью** наших исследований являлась оценка типов стрессоустойчивости коров-матерей и их потомков. **Методы.** Показатель стрессоустойчивости исследуемых животных рассчитан по способу Н. А. Сафиуллиной и др. Он включает воздействие на животных в процессе машинного доения стресс-фактора и изменение показателей молоковыведения, определение показателя стрессоустойчивости коров по среднему значению суммы оценочных показателей: отношение 1-процентного молока, изменение интенсивности и полноты молоковыведения, продолжительности латентного периода доения. **Результаты.** Установлено, что самыми стрессоустойчивыми оказались менее продуктивные животные (8000 кг и менее за максимальную лактацию). Показатель стрессоустойчивости у коров-матерей данной группы в среднем на 0,137 ($p < 0,001$) больше по сравнению с другими оцениваемыми животными. При этом их потомки также имели показатель стрессоустойчивости выше, чем в других оцениваемых группах, в среднем на 0,041 ($p < 0,01$). Высокий тип стрессоустойчивости определен у 75,0 % голов в группе коров-матерей с самой низкой продуктивностью за максимальную лактацию. Чуть меньше животных с высоким типом стрессоустойчивости в группе их потомков – 33,0 % голов. При этом в данных группах матерей и дочерей коров с низким типом стрессоустойчивости не встречалось совсем. Коэффициенты повторяемости свидетельствуют о том, что у низкопродуктивных коров-матерей показатель стрессоустойчивости повторяется в группах коров-дочерей в гораздо меньшей степени (при $r = 0,26$) по сравнению с группами высокопродуктивных предков (при $r = 1,00$). **Научная новизна** заключается в том, что установлены показатели стрессоустойчивости коров и их потомков в зависимости от наивысшей продуктивности матерей.

Ключевые слова: черно-пестрая порода коров, тип стрессоустойчивости, повторяемость признака, наивысшая продуктивность матерей, коровы-дочери, коровы-матери.

Для цитирования: Донник И. М., Лоретц О. Г., Чеченихина О. С., Быкова О. А., Степанов А. В. Оценка типа стрессоустойчивости коров-матерей и их потомков // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 43–49. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-43-49.

Дата поступления статьи: 07.09.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Современное скотоводство претерпевает значительные изменения в применяемых технологиях при производстве продукции. К числу таких изменений относятся модернизация ферм и молочных комплексов, использование высокотехнологичного молочного оборудования.

В данных условиях даже самым выносливым животным приходится нелегко. Получение жизнестойкого и имеющего высокую хозяйственную ценность организма является довольно сложной задачей для специалистов соответствующих служб сельскохозяйственных предприятий. Как правило, существует отрицательная взаимосвязь между устойчивостью организма к неблагоприятным условиям и высокой продуктивностью [1, с. 107], [2, с. 140], [3, с. 175], [4, с. 2245].

Уровень стрессоустойчивости молочных коров влияет на проявление продуктивности животных, продолжительность их хозяйственного использования и другие важные

составляющие эффективного производства [5, с. 74], [6, с. 75], [7, с. 58], [8, с. 145], [9, с. 190].

В животноводстве различные стресс-факторы (кормовые, климатические, зоотехнические и пр.) оказывают значительное влияние на физиологические возможности организма крупного рогатого скота. Наиболее важные из них – продуктивные, воспроизводительные и адаптивные. Вопросам стрессоустойчивости посвящено много научных статей и рекомендаций [10, с. 92], [11, с. 197], [12, с. 133], [13, с. 33].

Устойчивость к стрессам у коров зависит от многих факторов, например, возраста, пола, упитанности, типа телосложения и наследственности. Последствия длительного влияния стресс-факторов на молочное стадо довольно разнообразны, но все они наносят трудно восстанавливаемый ущерб при производстве продукции. Работать в направлении максимального сокращения стресс-факторов или повышения уровня стрессоустойчивости

животных необходимо, по мнению многих авторов, целенаправленно и постоянно, опираясь не только на производственные факторы, но и на наследственность [14, с. 69], [15, с. 52], [16, с. 41], [17, с. 232].

Методология и методы исследования (Methods)

Целью наших исследований являлось оценка типов стрессоустойчивости коров-матерей и их потомков.

Научная работа проводилась на предприятии Свердловской области. Определен показатель стрессоустойчивости коров-матерей и коров-дочерей в зависимости от удоя коров-матерей за наивысшую лактацию. Для этого животных распределили на группы (коровы-матери и коровы-дочери) по 12 голов в каждой. Группы формировались методом сбалансированных групп по следующим признакам: возраст и линия коров-дочерей, номер максимальной лактации коров-матерей.

Показатель стрессоустойчивости на 2–3 месяце первой лактации исследуемых животных рассчитан по способу Н. А. Сафиуллина и др. [18], который включает воздействие на животных в процессе машинного доения стресс-

фактора и изменение показателей молоковыведения, определение показателя стрессоустойчивости коров по среднему значению суммы оценочных показателей: отношение 1-процентного молока, изменение интенсивности и полноты молоковыведения, продолжительности латентного периода доения. Расчет проводили по формуле:

$$\text{ПСТР} = \frac{1}{K} \left(\frac{M_o \cdot \text{МДЖ}}{M_k \cdot \text{МДЖ}_k} + \frac{\text{ИМВ}_o}{\text{ИМВ}_k} + \frac{M_o \cdot \text{МДЖ}_o}{M_o \cdot \text{МДЖ}_o + M_{oc} \cdot \text{МДЖ}_{oc}} + \frac{\text{ДВФЛП}_k}{\text{ДВФЛП}_o} \right),$$

где K – количество оценочных показателей;

M_o , M_k – разовый удой (кг);

МДЖ_o , МДЖ_k – массовая доля жира в молоке (%);

ИМВ_o , ИМВ_k – интенсивность молоковыведения (кг/мин);

ДВФЛП_o , ДВФЛП_k – длительность второй фазы латентного периода в опытный и контрольный периоды (определяется секундомером, с);

M_{oc} – остаточное молоко (кг)

МДЖ_{oc} – массовая доля жира в остаточном молоке в опытный период (%).



Рис. 1. Распределение коров-матерей по типам стрессоустойчивости, %

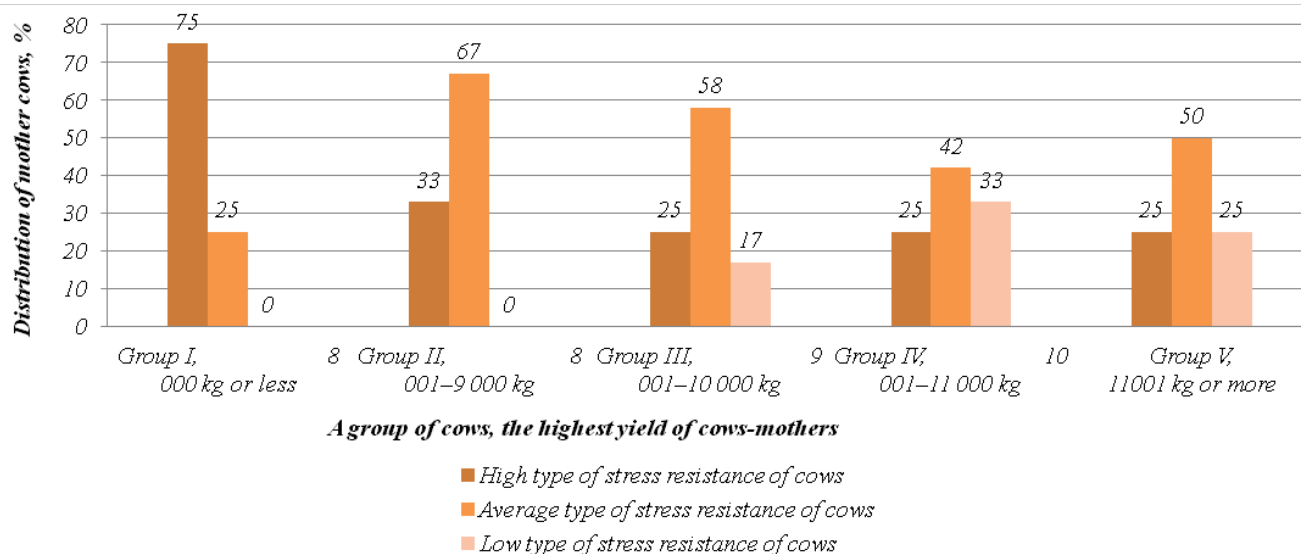


Fig. 1. Distribution of maternal cows by types of stress resistance, %

В том случае, если ПСТР находится в пределах 0,901–1,00, данных коров относили к высокому (В) типу стрессоустойчивости, при 0,801–0,900 – к среднему, а при 0,800 и меньше – к низкому.

Все показатели учитывали во время утренних доений исследуемых групп коров. Стресс-фактором в нашем случае являлась смена оператора машинного доения.

Функциональные свойства вымени оценивали согласно методике «Оценка вымени и молокоотдачи коров молочных и молочно-мясных пород» (Латвийская сельскохозяйственная академия).

Материалы, полученные в результате исследований, обработаны методами вариационной статистики в программе Microsoft Excel.

Результаты (Results)

Установлено (таблица 1), что показатель стрессоустойчивости (ПСТР), рассчитанный с помощью разового удоя, массовой доли жира в молоке, интенсивности молокоотдачи, остаточного молока и продолжительности латентного периода доения, выше у коров-матерей с удоом за наивысшую лактацию 8000 кг и менее.

В среднем ПСТР у низкопродуктивных коров-матерей больше по сравнению с другими оцениваемыми группами на 0,137 ($p < 0,001$).

Аналогичная ситуация наблюдалась и у коров-дочерей: ПСТР в первой группе выше по сравнению с другими коровами в среднем на 0,041 ($p < 0,01$).

При этом следует отметить, что в первой и второй группах показатель ПСТР у коров-дочерей в среднем на 0,010 меньше, чем у коров-матерей. Но в то же время в третьей, четвертой и пятой исследуемых группах значения показателя стрессоустойчивости у коров-дочерей превышают значения данного показателя у коров-матерей в среднем на 0,011.

Рис. 1 иллюстрирует процентное распределение коров-матерей в исследуемых группах относительно типа стрессоустойчивости. Видно, что большее количество коров-матерей с высоким типом стрессоустойчивости находится в первой группе животных (75,0 % голов), со средним типом стрессоустойчивости – во второй (67,0 % голов). При этом в первой и второй группах коровы с низким типом стрессоустойчивости не встречались; в третьей группе таких животных 17,0 % голов, в четвертой – 33,0 % голов, в пятой – 25,0 % голов.

В первой и второй группах около трети коров-дочерей характеризовались высоким типом стрессоустойчивости (по 33,0 % голов) (рис. 2). Коровы-дочери со средним типом стрессоустойчивости встречались во всех группах, но больше всего в первой – 67,0 % голов. Следует отметить, что в первой группе коровы-дочери с низким типом стрессоустойчивости не встречались совсем. При этом большее количество потомков, чей тип стрессоустойчивости охарактеризован как низкий, находилось в пятой группе высокопродуктивных коров-матерей.

Можно предположить, что есть вероятность передачи признаков, характеризующих стрессоустойчивость животных, от коров-матерей их дочерям. Достовернее всего об этом свидетельствуют коэффициенты повторяемости показателя стрессоустойчивости коров исследуемых групп (таблица 2).

Положительные коэффициенты повторяемости изучаемого признака доказывают, что показатель стрессоустойчивости повторяется у потомков в соответствии со значениями данного показателя их предков. Но при этом очевидным является тот факт, что у низкопродуктивных коров-матерей показатель стрессоустойчивости повторяется в группах коров-дочерей в гораздо меньшей степени (коэффициент повторяемости равен всего лишь 0,26). Максимальная повторяемость ПСТР коров-дочерей установлена в четвертой и пятой группах животных (1,00).

Таблица 1
Показатель стрессоустойчивости коров-матерей и коров-дочерей в зависимости от наивысшей продуктивности коров-матерей, $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$

Оцениваемая группа коров	Группа коров-дочерей, продуктивность коров-матерей за наивысшую лактацию				
	I, 8000 и менее кг (n = 12)	II, от 8001 до 9000 кг (n = 12)	III, от 9001 до 10 000 кг (n = 12)	IV, от 10 001 до 11 000 кг (n = 12)	V, 11 001 и более кг (n = 12)
Коровы-матери	0,904 ± 0,002***	0,900 ± 0,002	0,845 ± 0,013	0,840 ± 0,014	0,848 ± 0,013
Коровы-дочери	0,903 ± 0,010**	0,882 ± 0,011	0,854 ± 0,013	0,852 ± 0,014	0,859 ± 0,012

Примечание: здесь и далее: ** при $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Table 1

Indicator of stress resistance of mother cows and daughter cows depending on the highest productivity of mother cows

Estimated group of cows	Group of cows-daughters, productivity of mother cows for the highest lactation				
	I, 8000 and less kg (n = 12)	II, from 8001 to 9000 kg (n = 12)	III, from 9001 to 10 000 kg (n = 12)	IV, from 10 001 to 11 000 kg (n = 12)	V, 11 001 or more kg (n = 12)
Cows-mothers	0.904 ± 0.002***	0.900 ± 0.002	0.845 ± 0.013	0.840 ± 0.014	0.848 ± 0.013
Cows-daughters	0.903 ± 0.010**	0.882 ± 0.011	0.854 ± 0.013	0.852 ± 0.014	0.859 ± 0.012

Note: hereinafter: ** for $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

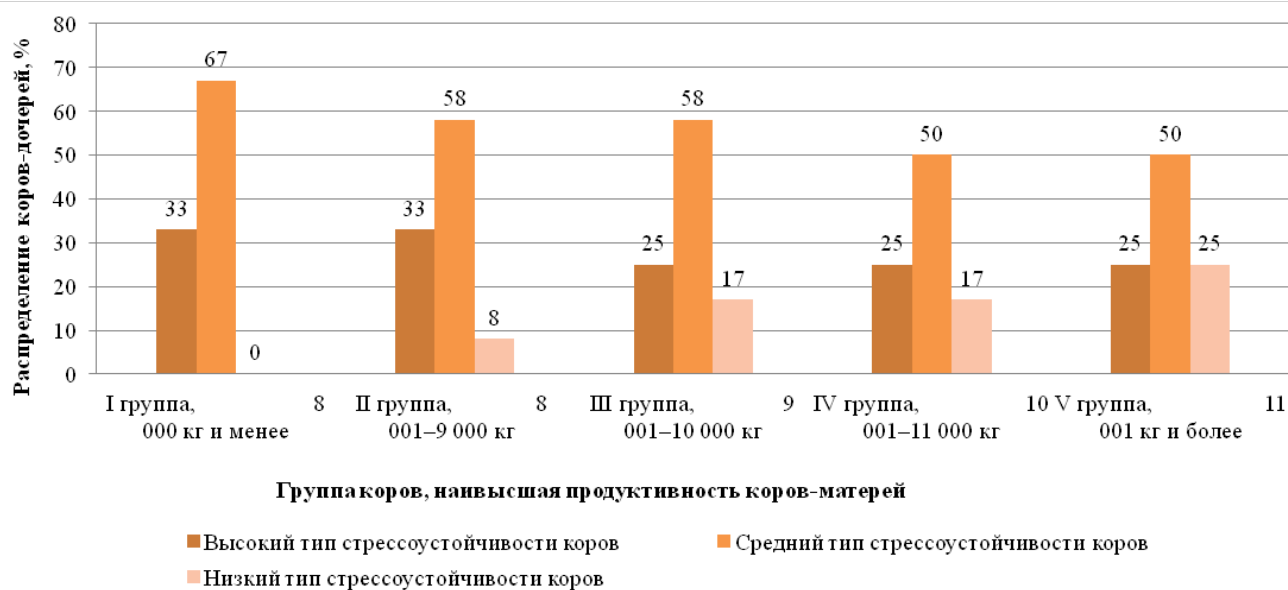


Рис. 2. Распределение коров-дочерей по типам стрессоустойчивости, %

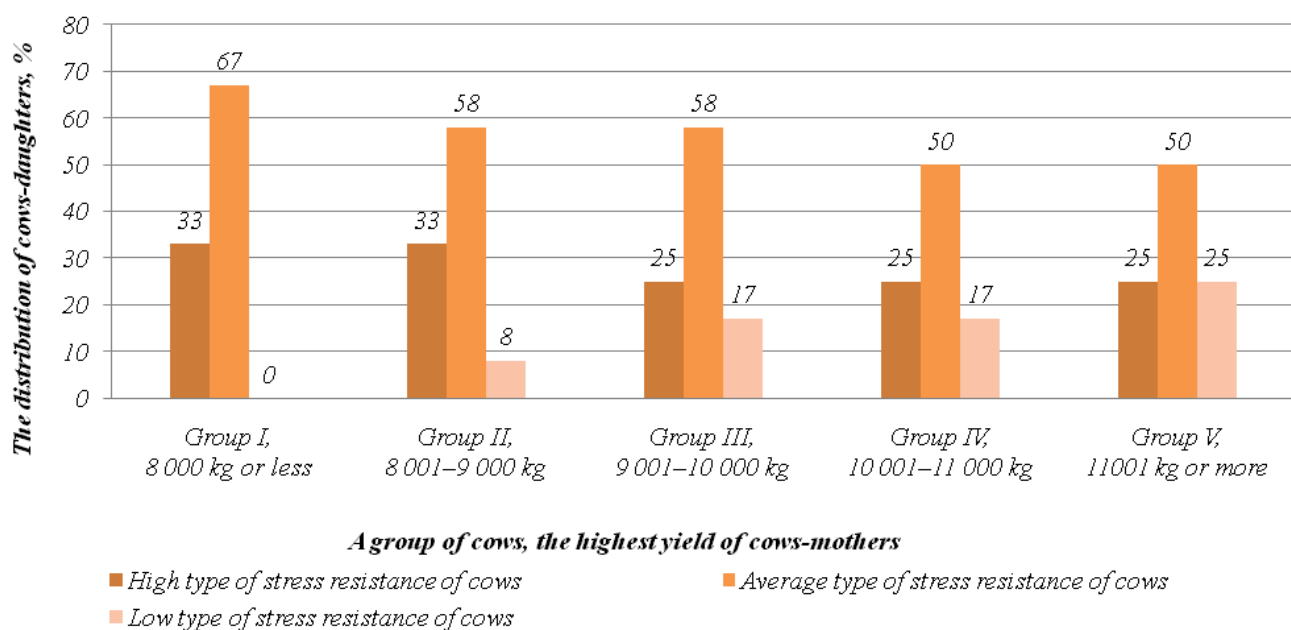


Fig. 2. Distribution of cows-daughters by types of stress resistance, %

Таблица 2

Коэффициенты повторяемости показателя стрессоустойчивости коров-дочерей и коров-матерей, r

Показатель	Группа коров-дочерей, продуктивность коров-матерей за наивысшую лактацию				
	I, 8000 и менее кг (n = 12)	II, от 8001 до 9000 кг (n = 12)	III, от 9001 до 10 000 кг (n = 12)	IV, от 10 001 до 11 000 кг (n = 12)	V, 11 001 и более кг (n = 12)
Показатель стрессоустойчивости	0,26	0,51	0,98	1,00	1,00

Table 2

Repeatability coefficients of the stress resistance index of cows-daughters and cows-mothers, r

Parameter	Group of cows-daughters, productivity of mother cows for the highest lactation				
	I, 8000 and less kg (n = 12)	II, from 8001 to 9000 kg (n = 12)	III, from 9001 to 10 000 kg (n = 12)	IV, from 10 001 to 11 000 kg (n = 12)	V, 11 001 or more kg (n = 12)
Indicator of stress	0,26	0,51	0,98	1,00	1,00

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, более стрессоустойчивыми оказались животные с продуктивностью 8000 кг и менее за максимальную лактацию. Значения показателя стрессоустойчивости коров-матерей первой группы в среднем на 0,137 ($p < 0,001$) выше, чем у других оцениваемых животных. Вместе с тем их дочери также обладали более высоким показателем стрессоустойчивости по сравнению с другими группами дочерей в среднем на 0,041 ($p < 0,01$). Рассчи-

танные коэффициенты повторяемости признака показали, что у низкопродуктивных коров-матерей (8000 кг молока и менее) показатель стрессоустойчивости повторялся в группах дочерей в меньшей степени (при $r = 0,26$) по сравнению с группами более продуктивных предков (при $r = 1,00$). Данные, полученные в результате нашей научно-исследовательской работы, согласуются с результатами других исследований [19, с. 655], [20, с. 39].

Библиографический список

- Кулиева А. Д. Морфологические показатели крови и состояние естественных защитных сил организма коров различных типов стрессоустойчивости // Инновации в производстве, хранении и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник материалов научно-практической конференции. Ставрополь, 2016. С. 107–112.
- Панин В. А. Показатели лактационного процесса и стрессоустойчивости коров // Горное сельское хозяйство. 2017. № 1. С. 140–144.
- Косилов В. И., Комарова Н. К., Иргашев Т. А. Лазерное излучение и его влияние на молочную продуктивность коров различного типа стрессоустойчивости // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2017. № 1-2. С. 175–179.
- Tao S., Bernard J. K., Orellana Rivas R. M., Marins T. N., Dahl G. E., Laporta J. Physiology symposium: effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf // Journal of Animal Science. 2019. Т. 97. No. 5. Pp. 2245–2257. DOI: 10.1093/jas/skz061.
- Дутка В. В. Влияние стресс-факторов на организм животных // Перспективные этапы развития научных исследований: теория и практика: сборник материалов международной научно-практической конференции. Кемерово, 2018. Т. 2. С. 74–75.
- Бельков Г. И., Панин В. А. Стрессоустойчивость как фактор биоресурсного потенциала симментальских и голштин $\times$ симментальских коров // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 1. С. 75–83.
- Капай Н. А., Филиппова Е. Е. Приучение первотелок к машинному доению: без проблем и с дополнительным доходом // Эффективное животноводство. 2019. № 6. С. 58–59.
- De Rensis F., Morini G., Lopez-Gatius F., García-Ispuerto I., Scaramuzzi R. J. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season // Theriogenology. 2017. Т. 91. Pp. 145–153. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2016.12.024.
- Hansen P. J. Prospects for gene introgression or gene editing as a strategy for reduction of the impact of heat stress on production and reproduction in cattle // Theriogenology. 2020. Т. 154. Pp. 190–202. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2020.05.010
- Скоркина И. А., Ламонов С. А., Третьякова Е. Н. Значение типов стрессоустойчивости коров в адаптивной селекции // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (58). С. 92–95.
- Улитко В. Е., Лифанова С. П., Ерисанова О. Е. Повышение стрессоустойчивости коров, их продуктивности и пищевой ценности молока при использовании в рационах антиоксидантных добавок // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 197–200.
- Чеченихина О. С., Степанова Ю. А. Стрессоустойчивость и показатели продуктивного долголетия коров разных пород // Молочнохозяйственный вестник. 2019. № 4 (36). С. 133–140.
- Вальковская Н. В. Влияние стресса на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Международный научный журнал «Символ науки». 2016. № 6. С. 33–35.
- Трубников Д. В. Технологический стресс как фактор снижения молочной продуктивности и воспроизводительной функции коров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 69–71.
- Некрасова И. И., Хоришко П. А. Оценка стрессоустойчивости дойных коров по лактационной функции // Вестник АПК Ставрополя. 2015. № S1. С. 52–57.
- Ламонов С. А., Ткаченко В. В., Еремин М. С. Стрессоустойчивость коров – важный технологический признак в селекции молочного скота // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 1. С. 41–44.
- Левченко И. В., Остапенко В. И. Типы стрессоустойчивости у коров украинской черно-пестрой молочной породы в зависимости от продуктивности и природной резистентности // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2020. № 23-2. С. 232–239.
- Способ оценки стрессоустойчивости коров: пат. 250959 РФ: МПК A01K 67/02 (2006.01) / Н. А. Сафиуллин, Г. Ф. Кабилов, Р. Р. Каюмов, Л. Р. Загидуллин, Ф. Р. Зарипов, Р. А. Волков, Н. М. Канакина, Р. Р. Хисамов, Д. Г. Емельянов; патентообладатель Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. – № 2012130194/10; заявл. 16.07.2012; опубл. 10.02.2014. Бюл. № 4. 5 с.
- Бекенев В. А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 655–666. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.4.655rus.
- Чупшева Н. Ю., Карамаев С. В., Карамаева А. С. Продуктивное долголетие коров разного типа стрессоустойчивости // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 39–45.

Об авторах:

Ирина Михайловна Донник¹, академик РАН, доктор биологических наук, профессор, завкафедрой инфекционной и незаразной патологии, ORCID 0000-0001-8349-3004, AuthorID 313786; +7 912 600-55-11

Ольга Геннадьевна Лоретц¹, доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ORCID 0000-0002-9945-5691, AuthorID 370324; +7 892 695-57-71

Ольга Сергеевна Чеченихина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ORCID 0000-0002-9011-089X, AuthorID 473811; +7 912 227-02-51

Ольга Александровна Быкова¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ORCID 0000-0002-0753-1539, AuthorID 663503; olbyk75@mail.ru

Алексей Владимирович Степанов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии и пищевых продуктов, ORCID 0000-0002-8523-5938, AuthorID 694790; +7 912 692-03-31

Assessment of the type of stress tolerance mother cows and their descendants

I. M. Donnik¹, O. G. Lorets¹, O. S. Chechenikhina¹, O. A. Bykova^{1✉}, A. V. Stepanov¹

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: olbyk75@mail.ru

Abstract. Resistance to stress in cows depends on factors such as age, gender, fatness, body type and heredity. The effects of long-term stress factors on the dairy herd cause hard-to-recover damage during production. **The purpose** of our research was to assess the types of stress resistance of mother cows and their offspring. **Methods.** The stress tolerance index of the studied animals was calculated according to the method of N. A. Safullin and others. This method includes the impact on animals during machine milking of a stress factor and changes in milk production indicators, determining the stress resistance indicator of cows by the average value of the sum of estimated indicators: the ratio of 1 % milk, changes in the intensity and completeness of milk production, the duration of the latent milking period. **Results.** It was found that the most stress-resistant animals were less productive (8000 kg and less for maximum lactation). The stress tolerance index in the mother cows of this group is on average 0.137 ($p < 0.001$) higher than in other animals evaluated. At the same time, their descendants also had a stress tolerance index higher than in other evaluated groups by an average of 0.041 ($p < 0.01$). A high type of stress tolerance was determined in 75.0 % of heads in the group of cows-mothers with the lowest productivity for maximum lactation. Slightly less animals with a high type of stress resistance in the group of their descendants – 33.0 % of heads. At the same time, in these groups of mothers and daughters, cows with a low type of stress resistance were not found at all. Repeatability coefficients indicate that in low-yielding mother cows, the stress tolerance index is repeated in groups of daughter cows to a much lesser extent (at $r = 0.26$) compared to groups of high-yielding cows. **The scientific novelty** lies in the fact that the indicators of stress resistance of cows and their offspring are established depending on the highest productivity of mothers.

Keywords: black-and-white breed of cows, type of stress resistance, repeatability of a trait, highest productivity of mothers, cows-daughters, cows-mothers.

For citation: Donnik I. M., Lorets O. G., Chechenikhina O. S., Bykova O. A., Stepanov A. V. Otsenka tipa stressoustoychivosti korov-materey i ikh potomkov [Assessment of the type of stress tolerance mother cows and their descendants] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 43–49. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-43-49. (In Russian.)

Paper submitted: 07.09.2020.

References

1. Kulieva A. D. Morfologicheskie pokazateli krovi i sostoyanie estestvennykh zashchitnykh sil organizma korov razlichnykh tipov stressoustoychivosti [Morphological parameters of blood and the state of natural defenses of the body of cows of various types of stress resistance] // Innovatsii v proizvodstve, khranении i pererabotke sel'skokhozyaystvennoy produktsii: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii. Stavropol'. 2016. Pp. 107–112. (In Russian.)
2. Panin V. A. Pokazateli laktatsionnogo protsessa i stressoustoychivosti korov [Indicators of lactation process and stress resistance of cows] // Gornoe sel'skoe khozyaystvo. 2017. No. 1. Pp. 140–144. (In Russian.)
3. Kosilov V. I., Komarova N. K., Irgashev T. A. Lazernoe izluchenie i ego vliyanie na molochnyuyu produktivnost' korov razlichnogo tipa stressoustoychivosti [Laser radiation and its effect on dairy productivity of cows of various types of stress resistance] // Bulletin of the Tajik National University. Series of Natural Sciences. 2017. No. 1-2. Pp. 175–179. (In Russian.)
4. Tao S., Bernard J. K., Orellana Rivas R. M., Marins T. N., Dahl G. E., Laporta J. Physiology symposium: effects of heat stress during late gestation on the dam and its calf // Journal of Animal Science. 2019. T. 97. No. 5. Pp. 2245–2257. DOI: 10.1093/jas/skz061.

5. Dutka V. V. Vliyaniye stress-faktorov na organizm zhivotnykh [Influence of stress factors on the animal body] // Perspektivnye etapy razvitiya nauchnykh issledovaniy: teoriya i praktika: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kemerovo, 2018. T. 2. Pp. 74–75. (In Russian.)
6. Bel'kov G. I., Panin V. A. Stressoustoychivost' kak faktor bioresursnogo potentsiala simmental'skikh i golshtin × simmental'skikh korov [Stress resistance as a factor of bioresource potential of Simmental and Holstein Simmental cows] // Herald of Beef Cattle Breeding. 2018. T. 101. No. 1. Pp. 75–83. (In Russian.)
7. Kapay N. A., Filippova E. E. Priuchenie pervotelok k mashinnomu doeniyu: bez problem i s dopolnitel'nym dokhodom [Training first-time Chicks to machine milking: without problems and with additional income] // Effektivnoe zhivotnovodstvo. 2019. No. 6. Pp. 58–59. (In Russian.)
8. De Rensis F., Morini G., Lopez-Gatius F., García-Ispuerto I., Scaramuzzi R.J. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season // Theriogenology. 2017. T. 91. Pp. 145–153.
9. Hansen P. J. Prospects for gene introgression or gene editing as a strategy for reduction of the impact of heat stress on production and reproduction in cattle // Theriogenology. 2020. T. 154. Pp. 190–202.
10. Skorkina I. A., Lamonov S. A., Tret'yakova E. N. Znachenie tipov stressoustoychivosti korov v adaptivnoy selektsii [The meaning of stress resistance of cows in adaptive selection] // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. No. 3 (58). Pp. 92–95. (In Russian.)
11. Ulit'ko V. E., Lifanova S. P., Erisanova O. E. Povyshenie stressoustoychivosti korov, ikh produktivnosti i pishchevoy tsennosti moloka pri ispol'zovanii v ratsionakh antioksidantnykh dobavok [Increase the stress resistance of cows, their productivity and nutritional value of milk when using antioxidant supplements in their diets] // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2019. No. 2 (46). Pp. 197–200. (In Russian.)
12. Chechenikhina O. S., Stepanova Yu. A. Stressoustoychivost' i pokazateli produktivnogo dolgoletiya korov raznykh porod [Stress resistance and indicators of productive longevity of cows of different breeds] // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. 2019. No. 4 (36). Pp. 133–140. (In Russian.)
13. Val'kovskaya N. V. Vliyaniye stressa na molochnuyu produktivnost' krupnogo rogatogo skota [Impact of stress on dairy productivity of cattle] // Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal "Simvol nauki". 2016. No. 6. Pp. 33–35. (In Russian.)
14. Trubnikov D. V. Tekhnologicheskyy stress kak faktor snizheniya molochnoy produktivnosti i vosproizvoditel'noy funktsii korov [Technological stress as a factor in reducing milk productivity and reproductive function of cows] // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2015. No. 1. Pp. 69–71. (In Russian.)
15. Nekrasova I. I., Khorishko P. A. Otsenka stressoustoychivosti doynnykh korov po laktatsionnoy funktsii [Assessment of stress resistance of dairy cows by lactation function] // Agricultural Bulletin of Stavropol Region. 2015. No. S1. Pp. 52–57. (In Russian.)
16. Lamonov S. A., Tkachenko V. V., Eremin M. S. Stressoustoychivost' korov – vazhnyy tekhnologicheskyy priznak v selektsii molochnogo skota [Stress resistance of cows is an important technological feature in breeding dairy cattle] // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. No. 1. Pp. 41–44. (In Russian.)
17. Levchenko I. V., Ostapenko V. I. Tipy stressoustoychivosti u korov ukrainskoy cherno-pestroy molochnoy porody v zavisimosti ot produktivnosti i prirodnoy rezistentnosti [Types of stress resistance in Ukrainian black-and-white dairy cows depending on productivity and natural resistance] // Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. 2020. No. 23-2. Pp. 232–239. (In Russian.)
18. Spособ otsenki stressoustoychivosti korov [Method for assessing stress resistance of cows]: pat. 250959 RF: MPK A01K 67/02 (2006.01) / N. A. Safiullin, G. F. Kabirov, R. R. Kayumov, L. R. Zagidullin, F. R. Zaripov, R. A. Volkov, N. M. Kanalina, R. R. Khisamov, D. G. Emel'yanov; patentoobladatel' Kazanskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoy meditsiny imeni N. E. Bauman. No. 2012130194/10; zayavl. 16.07.2012; opubl. 10.02.2014. Byul. No. 4. 5 p. (In Russian.)
19. Bekenev V. A. Produktivnoe dolgoletie zhivotnykh, sposoby ego prognozirovaniya i prodleniya [Productive longevity of animals, ways to predict and extend it] // Agricultural Biology. 2019. T. 54. No. 4. Pp. 655–666. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.4.655rus. (In Russian.)
20. Chupsheva N. Yu., Karamaev S. V., Karamaeva A. S. Produktivnoe dolgoletie korov raznogo tipa stressoustoychivosti [Productive longevity of cows of different types of stress resistance] // Izvestiya Samarskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2020. No. 3. Pp. 39–45. (In Russian.)

Authors' information:

Irina M. Donnik¹, academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of biological sciences, professor, head of the department of infectious and non-infectious pathology, ORCID 0000-0001-8349-3004, AuthorID 313786; +7 912 600-55-11

Olga G. Loretts¹, doctor of biological sciences, professor of the department of biotechnology and food products, ORCID 0000-0002-9945-5691, AuthorID 370324; +7 892 695-57-71

Olga S. Chechenikhina¹, candidate of agricultural sciences, associate Professor of the Department of biotechnology and food products, ORCID 0000-0002-9011-089X, AuthorID 473811; +7 912 227-02-51

Olga A. Bykova¹, doctor of agricultural sciences, associate professor of the department of biotechnology and food products, ORCID 0000-0002-0753-1539, AuthorID 663503; olbyk75@mail.ru

Aleksey V. Stepanov¹, candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of biotechnology and food products, ORCID 0000-0002-8523-5938, AuthorID 694790; +7 912 692-03-31

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Комплексная оценка скота молочного направления продуктивности

А. П. Карташова^{1✉}, Э. В. Фирсова¹

¹ Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

✉ E-mail: research-station@yandex.ru

Аннотация. Целью исследования было изучение современных индексов комплексной оценки молочного скота в странах Евросоюза и США и разработка собственной принципиальной схемы комплексной оценки животных на основании полученных ранее данных о хозяйственно полезных признаках. В результате исследований были выявлены значительные отличия как между значимостью групп признаков, так и между количеством оцениваемых показателей в разных странах. Это говорит о разнообразии интересов селекционеров и фермеров. Проведенный ранее анализ показателей хозяйственно полезных признаков голштинизированного холмогорского скота, разводимого в хозяйствах Мурманской области, позволил определить основные направления селекционной работы с животными и разработать алгоритм оценки животных по комплексу показателей хозяйственно полезных признаков. Разработанный алгоритм комплексной оценки молочного скота включает в себя 4 оценочных блока: показатели воспроизводства, продолжительности жизни, молочной продуктивности и величина удоя. Оценку воспроизводительных способностей предлагаем проводить как по прямым показателям, так и по косвенным, например, учитывать экстерьерные показатели, оценку предрасположенности к абортам и гинекологическим заболеваниям. В оценку продолжительности жизни входят показатели экстерьера, также учитывается предрасположенность к 4 основным группам заболеваний: заболеваниям вымени, гинекологическим, абортam, болезням конечностей. В оценку молочной продуктивности включены показатели качественного состава молока, особенностей лактационной кривой и характеристика вымени со стороны экстерьера и предрасположенности к болезням вымени. Всего предлагается делать комплексную оценку животных по 23 показателям, охватывающим все аспекты здоровья и продуктивных особенностей молочного скота. **Научная новизна исследования** заключается в использовании в разработанном алгоритме смешанной модели оценки основных хозяйственно полезных признаков, затрагивающей разные показатели, влияющие на продуктивность и продолжительность жизни. Разработанная система оценки позволит комплексно улучшать стадо с учетом современного состояния молочного скотоводства Мурманской области.

Ключевые слова: молочный скот, комплексная оценка, воспроизводительные способности, продолжительность жизни, молочная продуктивность, экстерьерный показатель, предрасположенность к заболеваниям, алгоритм.

Для цитирования: Карташова А. П., Фирсова Э. В. Комплексная оценка скота молочного направления продуктивности // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 50–56. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-50-56.

Дата поступления статьи: 06.08.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Комплексная оценка крупного рогатого скота в настоящее время является основой племенной работы с животными во всем мире. Данный метод позволяет получить качественную оценку животных по нескольким хозяйственно полезным признакам и осуществлять отбор и подбор на основании одного унифицированного показателя. Однако в последнее время больший интерес для специалистов начинает представлять специализированная комплексная оценка, позволяющая проводить отбор животных в разных направлениях селекции, особенно в сторону улучшения показателей здоровья. При этом часто каждая страна разрабатывает собственную систему оценки крупного рогатого скота, отвечающую природно-климатическим, организационным, целевым особенностям скотоводческой отрасли. Анализ данных комплексных индексов оценки позволяет выявить основные мировые тенденции в отрас-

ли и разработать оптимальную (или использовать существующую) систему комплексной оценки крупного рогатого скота.

Методология и методы исследования (Methods)

Материалами исследований послужили результаты собственных исследований за 2008–2017 гг. по изучению генетических, биологических, физиологических особенностей у голштинизированного скота холмогорской породы, материалы научных публикаций по оценке племенной ценности коров молочных пород. За весь период исследовано 7638 коров разного возраста.

В работе использовались следующие методы исследований: изучение комплексной оценки племенной ценности коров молочных пород в разных странах, статистический анализ показателей хозяйственно полезных признаков животных в Мурманской области, разработка и оценка эффективности использования разработанного алгоритма.

Цель исследований – разработать алгоритм оценки коров, учитывающий воспроизводительные качества, продолжительность жизни и молочную продуктивность по прямым и косвенным показателям; провести теоретическую оценку эффективности использования данного алгоритма.

Новизна исследований: разработанный алгоритм оценки качеств животных предполагает применение комплекса хозяйственно полезных признаков в племенной работе, включая экстерьерную оценку и особенности выбраковки. До настоящего времени селекция в хозяйствах Мурманской области велась преимущественно по одному признаку – молочной продуктивности коров.

Результаты (Results)

В разных странах при оценке племенной ценности коров молочных пород, в частности голштинской, специалисты в практической работе заинтересованы в комплексной оценке, затрагивающей разные характеристики хозяйственно полезных признаков. Так, в Австралии с 2016 г. используются три комплексных индекса [1], [2], разработанных для разных направлений селекции: BPI (сбалансированный индекс продуктивности), HWI (взвешенный индекс здоровья), TWI (взвешенный индекс типа). Данные индексы различаются между собой разной долей вклада показателей хозяйственно-полезных признаков. Индекс BPI отличается повышенным вниманием к молочной продуктивности (51 %). Кроме общепринятых, в Австралии учитываются такие показатели как темперамент, скорость молокоотдачи, работоспособность животных, эффективность кормления, в экстерьерной оценке добавлена оценка седалищных бугров. Разрабатывается и апробируется дополнительная оценка на устойчивость к повышенной температуре среды. Данный показатель актуален для климатических условий Австралии.

Англия также использует три индекса [3] в зависимости от системы содержания животных: £PLI (для стад с круглогодичным отелом) [4], £ACI (для стад с осенним отелом) [5], £SCI (для стад с весенним отелом) [6]. При этом в показатели здоровья вымени и конечностей, помимо устойчивости к заболеваниям, включаются их экстерьерные особенности. Оценка эффективности кормления рассчитывается с учетом промеров тела, которые характеризуют живую массу животного.

В США используемый в настоящее время индекс TPI [7] включает 13 составных показателей. В 2015 г. в его состав был добавлен показатель эффективности корма, в 2017 г. – жизнеспособности. Кроме того, в США применяются экономические индексы, например, NM\$ (индекс чистого дохода) [8]. В его составе учитываются 14 показателей. Помимо показателей, оценивающих уровень продуктивности, воспроизводительные способности, экстерьер, в данный индекс добавлена оценка по показателю здоровья, которая учитывает устойчивость к 6 заболеваниям: смещению сычуга, гипокальцемии, кетозу, маститам, метритам, задержанию последа.

В Германии [9] для племенной оценки животного используют общий индекс качества RZG, который состоит из подындексов RZM (молочная продуктивность), RZR (воспроизводство), RZN (функциональная жизнь в стаде),

RZE (экстерьер), RZS (количество соматических клеток), RZKm (показатели отела). В 2014 г. был разработан дополнительный индекс RSRobot, который характеризует приспособленность животных к машинному доению. В данном индексе особое внимание уделяется оценке сосков и скорости молокоотдачи.

Голландия использует индекс NVI [10], характерной особенностью которого является использование при оценке воспроизводительных качеств таких показателей, как межотельный период, период от первого до плодотворного осеменения. А также при характеристике отелов – оценка по живорожденности.

Ирландия разработала собственный индекс оценки племенной ценности EBI [11]. Значительное внимание селекционеры этой страны уделяют анализу воспроизводительных способностей (45 %), а именно межотельному периоду и выживаемости. Кроме того, из них 10 % составляет анализ особенностей отела (длина стельности, мертворожденность, легкость отела). Также ирландцы учитывают устойчивость к заболеваниям, работоспособность и мясные качества скота.

Испания использует индекс ICO [12]. Как и в Австралии, много внимания селекционеры этой страны уделяют молочной продуктивности (51 %). На втором месте по важности находится экстерьерная оценка вымени и конечностей.

В Канаде разработан индекс LPI [13], который у разных пород имеет свои весовые коэффициенты. Условно индекс разделен на три компонента: продуктивность, устойчивость (продолжительность жизни и экстерьер), здоровье и воспроизводство.

Финляндия, Швеция, Дания в 2008 г. разработали общий для северных стран индекс NTM, который оценивает голштинскую, джерсейскую и северные красно-пестрые породы [14]. Данный индекс суммирует большое количество показателей. Так, экстерьер оценивается по 22 показателям, здоровье анализируется по большому количеству заболеваний репродуктивной системы, конечностей, вымени, нарушениям обмена веществ. Учитывается жизнеспособность молодняка в разном возрасте. Воспроизводительные способности оцениваются не только по осеменяемости, продолжительности случного периода, характеру отела, но и по размеру и выживаемости телят.

Франция в оценке животных использует индекс ISU [15]. Французы обращают большое внимание на показатели плодовитости и здоровье вымени. При оценке экстерьера учитывается до 20 показателей, которые объединяются в четыре составных индекса (вымени, конечностей, строения тела и общий тип).

Таким образом, даже в странах, объединенных в единое экономическое пространство (Евросоюз), наблюдаются значительные отличия «как между значимостью групп признаков, так и между количеством оцениваемых показателей» [16, с. 11]. Анализ индексов оценки племенной ценности показывает разнообразие и меняющиеся цели селекционеров и прямых потребителей (фермеров) [17, с. 191], [18, с. 3686], [19, с. 10251]. При этом многие индексы тесно связаны с затратами на производство продукции и выражаются в экономических единицах.

Такие методы оценки животных позволяют вести селекцию комплексно по нескольким признакам одновременно.

В течение 2008–2017 гг. на поголовье голштинизированного холмогорского скота Мурманской области изучались молочная продуктивность и качественный состав молока, особенности лактации, показатели экстерьерера, воспроизводства, характер отелов, выбраковка коров и предрасположенность их к заболеваниям. Проведен анализ показателей хозяйственно полезных признаков. В результате выявлены основные проблемы – это низкие показатели воспроизводства стада (выход телят на 100 коров составлял 76–78 голов), продолжительности хозяйственного использования коров (2,6–2,8 лактации), а также массовой доли жира и белка в молоке (3,3 % и 2,95 % соответственно). Определены основные целевые показатели по некоторым хозяйственно полезным признакам, которые планируется использовать при оценке животных (таблица 1). Улучшение хозяйственно полезных признаков до предлагаемого уровня позволит решить выявленные в результате исследований основные проблемы.

На основании проведенных исследований разработан алгоритм оценки животных (групп родственных животных, например, семейств, линий, дочерей быков) по комплексу показателей хозяйственно полезных признаков. Применение данного алгоритма оценки позволит проводить селекционную работу одновременно по нескольким признакам.

Оценка племенной ценности животного заключается в сравнении показателей хозяйственно полезных признаков этой особи или группы родственных животных с другими, находящимися в одинаковых условиях кормления, содержания, природно-климатических и т. д. Так как признаки имеют разные единицы измерения, оптимальным является измерение значений отклонений признаков в долях сигмы.

Формула оценки отдельного признака ($M_{пр}$) (1):

$$M_{пр} = \frac{M_i - M_{св}}{\sigma}, \quad (1)$$

где M_i – значение признака оцениваемого животного (группы животных),

$M_{св}$ – среднее значение признака по сверстникам,

σ – среднее квадратическое отклонение признака в анализируемом стаде.

Оценка признака должна проводиться с учетом влияния стада (хозяйства), года и сезона года.

В связи с тем, что на первое место при анализе хозяйственно полезных признаков мы поставили проблемы с воспроизводительными способностями, при общей оценке данные способности имеют самый высокий весовой коэффициент (0,4). Также мы включили еще три оценочных блока: по продолжительности жизни, показателям молочной продуктивности и отдельно по величине удоя, так как этот показатель остается значимым в оценке животных. Общая (суммарная) формула оценки животных ($ПЦ_{\Sigma}$) (2):

$$ПЦ_{\Sigma} = 100 + (0,4 \times ПЦ_{вс} + 0,3 \times ПЦ_{жж} + 0,2 \times ПЦ_{м} + 0,1 \times M_y), \quad (2)$$

где $ПЦ_{вс}$ – оценка воспроизводительных способностей,

$ПЦ_{жж}$ – оценка продолжительности жизни,

$ПЦ_{м}$ – оценка молочной продуктивности,

M_y – показатель молочной продуктивности по величине удоя.

Оценку воспроизводительных способностей предлагаем проводить по суммарному значению нескольких признаков ($ПЦ_{вс}$) (3):

$$ПЦ_{вс} = b \times (0,15 \times M_{оп} + 0,1 \times (M_{см} + M_{мпп}) + 0,05 \times (M_{шз} + M_{пз}) - 0,15 \times M_{ггн} - 0,1 \times (M_{ио} + M_{иос} + M_{аб} + M_{мр})), \quad (3)$$

где b – коэффициент регрессии,

$M_{оп}$ – показатель оплодотворяемости при первом осеменении,

$M_{см}$ – показатель сохранности молодняка,

$M_{мпп}$ – показатель многоплодности,

$M_{шз}$ – показатель ширины зада,

$M_{пз}$ – показатель положения зада,

$M_{ггн}$ – показатель доли выбывших из-за гинекологических заболеваний,

$M_{ио}$ – показатель индекса осеменения,

$M_{иос}$ – показатель интервала от отела до 1 осеменения,

$M_{аб}$ – показатель доли выбывших из-за абортотв,

$M_{мр}$ – показатель мертворожденности телят.

В данной формуле повышенный коэффициент (0,15) предлагаем для показателей оплодотворяемости и доли выбывших из-за гинекологических заболеваний, пониженный (0,05) – для параметров, характеризующих экстерьерные признаки. Кроме того, показатели, для которых желательно уменьшение значений, используются со знаком «минус». Данная формула учитывает не только прямые показатели воспроизводительных способностей, но и дополнительные характеристики, как, например, экстерьерная оценка зада, сохранность молодняка, предрасположенность к заболеваниям в области воспроизводства.

Оценку продолжительности жизни предлагаем проводить по следующим параметрам ($ПЦ_{жж}$) (4):

$$ПЦ_{жж} = b \times (0,25 \times \frac{(M_{тел} + M_{шз} + M_{пз} - M_{скс} + M_{ппдв} + M_{гв})}{6} - 0,25 \times \frac{(M_{бв} + M_{ггн} + M_{аб} + M_{кон})}{4} + 0,5 \times M_{прж}), \quad (4)$$

где b – коэффициент регрессии,

$M_{тел}$ – показатель оценки телосложения,

$M_{шз}$ – показатель ширины зада,

$M_{пз}$ – показатель положения зада,

$M_{скс}$ – показатель качества скакательного сустава,

$M_{ппдв}$ – показатель прикрепления передних долей вымени,

$M_{гв}$ – показатель глубины вымени,

$M_{бв}$ – показатель доли выбывших из-за болезней вымени,

$M_{ггн}$ – показатель доли выбывших из-за гинекологических заболеваний,

$M_{аб}$ – показатель доли выбывших из-за абортотв,

$M_{кон}$ – показатель доли выбывших из-за болезней конечностей,

$M_{прж}$ – показатель продолжительности жизни.

Данный показатель включает в себе не только непосредственно оценку продолжительности жизни ($M_{прж}$), но и влияющие на нее показатели экстерьерной оценки и показатели предрасположенности к разным заболеваниям, сгруппированные в два усредненных комплекса.

Таблица 1

Прогнозирование результатов использования оценки

Показатель	Единица измерения	Целевое значение	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Весовой коэффициент	Ожидаемое значение
Индекс осеменения	доза	1,5	2,05	1,48	-0,4	1,46
Оплодотворяемость	%	60	48	—	0,6	+0,6σ
Сохранность молодняка до 6 месяцев	%	96	94,9	—	0,4	+0,4σ
Интервал от отела до первого осеменения	дней	80	87,9	45,3	-0,4	69,8
Многоплодие	доля	0,08	0,061	—	0,4	+0,4σ
Мертворожденные телята	доля	0,04	0,06	—	-0,4	-0,4σ
Крепость телосложения	балл	8	6,4	1,06	0,13	6,5
Ширина зада	балл	8	5,3	1,01	0,33	5,6
Положение зада	балл	6	5,0	1,03	0,33	5,3
Скакательный сустав	балл	3	5,3	1,07	-0,13	5,4
Прикрепление передних долей	балл	7	5,3	1,56	0,33	5,8
Глубина вымени	балл	7	5,8	1,53	0,13	6,0
Болезни вымени	доля	0,25	0,31	—	-0,39	-0,39σ
Аборты	доля	0,10	0,15	—	-0,59	-0,59σ
Болезни гинекологические	доля	0,10	0,13	—	-0,79	-0,79σ
Болезни конечностей	доля	0,15	0,21	—	-0,19	-0,19σ
Продолжительность жизни	лактация	3,0	2,7	1,6	1,5	5,1
Коэффициент полноценности лактации	%	85	81,6	5,9	0,3	83,4
Коэффициент устойчивости лактации ((удой за 3 фазу лактации / удой за 1 фазу лактации)*100)	%	90	88,1	14,3	0,3	92,4
Содержание белка	%	3,1	2,95	0,10	—	—
-//-	кг	—	—	—	0,3	+0,3σ
Содержание жира	%	4,0	3,3	0,68	0,4	3,6
-//-	кг	—	—	—	0,3	+0,3σ
Удой	кг	—	9 074	1 447	1,0	10 521

Table 1

Predicting the results of using evaluation

Trait	Unit	Target value	Average value	Standard deviation	Weight coefficient	Expected value
Insemination index	dose	1.5	2.05	1.48	-0.4	1.46
Conception rate	%	60	48	—	0.6	+0.6σ
Safety young animals up to 6 months	%	96	94.9	—	0.4	+0.4σ
Interval between calving and first insemination	days	80	87.9	45.3	-0.4	69.8
Twins	rate	0.08	0.061	—	0.4	+0.4σ
Stillbirth	rate	0.04	0.06	—	-0.4	-0.4σ
Strength	score	8	6.4	1.06	0.13	6.5
Rump width	score	8	5.3	1.01	0.33	5.6
Rump angle	score	6	5.0	1.03	0.33	5.3
Hock	score	3	5.3	1.07	-0.13	5.4
Fore udder attachment	score	7	5.3	1.56	0.33	5.8
Udder depth	score	7	5.8	1.53	0.13	6.0
Udder disease	rate	0.25	0.31	—	-0.39	-0.39σ
Abort	rate	0.10	0.15	—	-0.59	-0.59σ
Female disorder	rate	0.10	0.13	—	-0.79	-0.79σ
Lame	rate	0.15	0.21	—	-0.19	-0.19σ
Longevity	lactation	3.0	2.7	1.6	1.5	5.1
Coefficient of lactation fullness	%	85	81.6	5.9	0.3	83.4
Coefficient of lactation stability ((yield for 3rd phase of lactation / yield for 1st phase of lactation)*100)	%	90	88.1	14.3	0.3	92.4
Protein	%	3.1	2.95	0.10	—	—
-//-	kg	—	—	—	0.3	+0.3σ
Fat	%	4.0	3.3	0.68	0.4	3.6
-//-	kg	—	—	—	0.3	+0.3σ
Milk yield, kg	kg	—	9 074	1 447	1.0	10 521

Показатель $ПЦ_m$ (5) характеризует не уровень удоя, а скорее качество лактации (коэффициенты устойчивости и постоянства лактации) и состав молока, устойчивость к предполагаемым вредным факторам через лучший экстерьер вымени и снижение выбытия из-за маститов и других заболеваний вымени:

$$ПЦ_m = b \times (0,2 \times M_{ж\%} + 0,15 \times (M_{жкг} + M_{бкг} + M_{кул} + M_{плл}) + 0,1 \times (M_{плдв} - M_{бв})), \quad (5)$$

где b – коэффициент регрессии,

$M_{ж\%}$ – показатель содержания жира в молоке (%),

$M_{жкг}$ – показатель количества молочного жира в молоке (кг),

$M_{бкг}$ – показатель количества белка в молоке (кг),

$M_{кул}$ – показатель коэффициента устойчивости лактации,

$M_{плл}$ – показатель коэффициента полноценности лактации,

$M_{плдв}$ – показатель прикрепления передних долей вымени,

$M_{бв}$ – показатель доли выбывших из-за болезней вымени.

Исходя из разработанных формул и на основании имеющихся данных выбранных нами признаков мы можем предварительно оценить их величину при значении племенной ценности ($ПЦ_0$) группы животных на 10 единиц выше средней по стаду (таблица 1).

Выполненные расчеты говорят о возможности достигнуть значительного прогресса по отдельным признакам вплоть до достижения целевых показателей. Особенно заметен прогресс у признаков с высоким уровнем разнообразия. Таким образом, теоретически использование

данного метода оценки племенной ценности животных для совершенствования стад оправдано.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенные нами исследования зарубежных показателей оценки говорят об увеличении дифференциации систем оценки крупного рогатого скота в зависимости от целей селекционеров и об использовании в комплексе самых разнообразных количественных и качественных показателей. Увеличивается интерес к показателям оценки здоровья животных.

Предлагаемый нами алгоритм оценки животных при характеристике хозяйственно полезных качеств учитывает не только прямые показатели оценки воспроизводительных, продуктивных качеств и продолжительности жизни, но и связанные с ними косвенные показатели, например, оценку экстерьерных признаков. Данный комплекс оценки, на наш взгляд, позволяет избежать накопления нежелательных показателей признаков, которое возникает при одностороннем жестком отборе животных. Кроме того, возможно использование для характеристики животных отдельных элементов (слагаемых) из формулы суммарной оценки (2) при необходимости усилить отбор в одном из четырех направлений (воспроизводительные способности, продолжительность жизни, молочная продуктивность, величина удоя).

Применение в хозяйствах разработанной системы оценки позволит комплексно улучшать стадо с учетом современного состояния племенной базы не только в Мурманской области, но и в других регионах Российской Федерации, использовать единый показатель для оценки племенной ценности животных.

Библиографический список

1. Australia's Three Breeding Indices [Электронный ресурс] // DataGene. 2020. URL: <https://datagene.com.au/ct-menu-item-7/australia-s-three-indices> (дата обращения: 24.07.2020).
2. Technote 1 description of abv traits and indices [Электронный ресурс] // Australian Dairy Herd Improvement Scheme. 2020. URL: [https://www.adhis.com.au/v2/downv2.nsf/\(ContentByKey\)/583d49075f62f8b1ca25742b000d71cc/\\$file/technote_201%20description%20of%20abv%20traits%20and%20indices.pdf?open](https://www.adhis.com.au/v2/downv2.nsf/(ContentByKey)/583d49075f62f8b1ca25742b000d71cc/$file/technote_201%20description%20of%20abv%20traits%20and%20indices.pdf?open) (дата обращения: 24.07.2020).
3. Which economic breeding index is right for me? [Электронный ресурс] // ADHB Dairy. 2020. URL: https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Dairy/Publications/Economic%20Breeding%20Indexes%20Factsheet_190121_WEB.pdf (дата обращения: 24.07.2020).
4. Profitable Lifetime Index £PLI [Электронный ресурс] // ADHB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/profitable-lifetime-index-pli> (дата обращения: 24.07.2020).
5. Spring Calving Index £SCI [Электронный ресурс] // AHDB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/spring-calving-index-sci> (дата обращения: 24.07.2020).
6. Autumn Calving Index £ACI [Электронный ресурс] // AHDB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/autumn-calving-index-aci> (дата обращения: 24.07.2020).
7. TPI Formula – August 2020 [Электронный ресурс] // Holstein Association USA. 2020. URL: http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html (дата обращения: 24.07.2020).
8. Net Merit \$ Index Updated to Include Health Traits [Электронный ресурс] // Hoard's Dairyman. 08.08.2018. URL: [https://hoards.com/article-23717-net-merit-\\$-index-updated-to-include-health-traits.html](https://hoards.com/article-23717-net-merit-$-index-updated-to-include-health-traits.html) (дата обращения: 24.07.2020).
9. Breeding evaluation [Электронный ресурс] // Masterrind. 2020. URL: <https://www.masterrind.com/en/breeding-evaluation> (дата обращения: 24.07.2020).
10. About Dutch Proofs [Электронный ресурс] // CRV. 2020. URL: <https://www.crv4all-international.com/about-crv/about-dutch-proofs> (дата обращения: 24.07.2020).
11. What is EBI? [Электронный ресурс] // Irish Cattle Breeding Federation (ICBF). 2020. URL: <https://www.icbf.com/wp/?p=5772> (дата обращения: 24.07.2020).
12. More Genomic Breeding Values on the Spanish scale [Электронный ресурс] // EuroGenomics. 2020. URL: <http://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about-gICO.html> (дата обращения: 24.07.2020).

13. CDN Genetic Evaluation [Электронный ресурс] // Canadian Dairy Network. 2020. URL: https://www.cdn.ca/files_ge_articles.php (дата обращения: 24.07.2020).
14. NTM – weight factors (06.11.2018) [Электронный ресурс] // NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation. 2018. URL: https://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2018/11/NTM—weight-factors_06112018.pdf (дата обращения: 24.07.2020).
15. Genetic Evaluation – Methods and Definitions [Электронный ресурс] // Institut de l'Élevage Idele. 2018. URL: http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/genetic-evaluation-methods-and-definitions.html (дата обращения: 24.07.2020).
16. Лукьянов К. И., Федяев П. М., Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота // Генетика и разведение животных. 2016. № 4. С. 11–19.
17. Egger-Danner C., Cole J. B., Pryce J. E., et al. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits // Animal. 2015. Vol. 9 (2). Pp. 191–207. DOI: 10.1017/S1751731114002614.
18. Cole J. B., VanRaden P. M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101 (4). Pp. 3686–3701. DOI: 10.3168/jds.2017-13335.
19. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., et al. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle // Journal of Dairy Science. 2017. Vol. 100 (12). Pp. 10251–10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968.

Об авторах:

Анастасия Петровна Карташова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, временно исполняющий обязанности директора, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003; +7 909 558-67-71

Эмилия Викторовна Фирсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории научного обеспечения сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-7688-6528, AuthorID 620603

¹Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

Multipurpose evaluation of the dairy cattle

A. P. Kartashova^{1✉}, E. V. Firsova¹

¹Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia

✉E-mail: research-station@yandex.ru

Abstract. The purpose of the investigation was a survey of the modern complex index estimation of dairy cattle in the countries of the European Union and the USA and developing of own principal scheme of multipurpose evaluation of animals due to prior received data of economic useful traits. **As a result of the research**, significant differences were revealed both between the significance of the groups of traits and between the numbers of evaluated indicators in different countries. This shows the diversity of interests of breeders and farmers. The prior analysis of indicators of economic useful traits of Holstein Kholmogorskiy cattle in the farms of the Murmansk region allowed to determine main directions of animal selection and to develop the algorithm of animal evaluation by complex of economic useful trait indices. The developed algorithm of complex evaluation for dairy cattle includes four evaluation blocks – indices of reproductive ability, longevity, and milk production, and, separately, milk yield. We propose to evaluate reproductive abilities by direct indicators and indirect indicators, for example, take into account exterior traits, and predisposed to abortion and female disorders. The evaluation of longevity includes indices of the exterior, accounted also a predisposition to four main groups of disease – udder disease, female disorders, abortions, lame. The milk productivity evaluation includes traits of the milk quality composition, the property of the lactation curve and characteristics of the udder from the exterior and predispose to udder diseases. In total, it is proposed to calculate the multipurpose evaluation of animals by 23 traits, including all aspects of health and productive features of dairy cattle. **The scientific novelty** of the research is the use of a mixed model affecting various indicators of productivity and longevity for assessing the main economical useful traits in the developed algorithm. The developed assessment system will allow to comprehensively improve the herd taking into account the current state of dairy cattle breeding in the Murmansk region.

Keywords: dairy cattle, complex evaluation, reproductive ability, longevity, milk production, exterior trait, predisposition to disease, algorithm.

For citation: Kartashova A. P., Firsova E. V. Kompleksnaya otsenka skota molochnogo napravleniya produktivnosti [Multipurpose evaluation of the dairy cattle] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 50–56. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-50-56. (In Russian.)

Paper submitted: 06.08.2020.

References

1. Australia's Three Breeding Indices [e-resource] // DataGene. 2020. URL: <https://datagene.com.au/ct-menu-item-7/australia-s-three-indices> (appeal date: 24.07.2020).
2. Technote 1 description of abv traits and indices [e-resource] // Australian Dairy Herd Improvement Scheme. 2020. URL: [https://www.adhis.com.au/v2/downv2.nsf/\(ContentByKey\)/583d49075f62f8b1ca25742b000d71cc/\\$file/technote %201 %20description %20of %20abv %20traits %20and %20indices.pdf?open](https://www.adhis.com.au/v2/downv2.nsf/(ContentByKey)/583d49075f62f8b1ca25742b000d71cc/$file/technote%201%20description%20of%20abv%20traits%20and%20indices.pdf?open) (appeal date: 24.07.2020).
3. Which economic breeding index is right for me? [e-resource] // ADHB Dairy. 2020. URL: [https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Dairy/Publications/Economic %20Breeding %20Indexes %20Factsheet_190121_WEB.pdf](https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Dairy/Publications/Economic%20Breeding%20Indexes%20Factsheet_190121_WEB.pdf) (appeal date: 24.07.2020).
4. Profitable Lifetime Index £PLI [e-resource] // ADHB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/profitable-lifetime-index-pli> (appeal date: 24.07.2020).
5. Spring Calving Index £SCI [e-resource] // AHDB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/spring-calving-index-sci> (appeal date: 24.07.2020).
6. Autumn Calving Index £ACI [e-resource] // AHDB Dairy. 2020. URL: <https://ahdb.org.uk/autumn-calving-index-aci> (appeal date: 24.07.2020).
7. TPI Formula – August 2020 [e-resource] // Holstein Association USA. 2020. URL: http://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html (appeal date: 24.07.2020).
8. Net Merit \$ Index Updated to Include Health Traits [e-resource] // Hoard's Dairyman. 08.08.2018. URL: [https://hoards.com/article-23717-net-merit-\\$-index-updated-to-include-health-traits.html](https://hoards.com/article-23717-net-merit-$-index-updated-to-include-health-traits.html) (appeal date: 24.07.2020).
9. Breeding evaluation [e-resource] // Masterrind. 2020. URL: <https://www.masterrind.com/en/breeding-evaluation> (appeal date: 24.07.2020).
10. About Dutch Proofs [e-resource] // CRV. 2020. URL: <https://www.crv4all-international.com/about-crv/about-dutch-proofs> (appeal date: 24.07.2020).
11. What is EBI? [e-resource] // Irish Cattle Breeding Federation (ICBF). 2020. URL: <https://www.icbf.com/wp/?p=5772> (appeal date: 24.07.2020).
12. More Genomic Breeding Values on the Spanish scale [e-resource] // EuroGenomics. 2020. URL: <http://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/look-at-rankings/about-gICO.html> (appeal date: 24.07.2020).
13. CDN Genetic Evaluation [e-resource] // Canadian Dairy Network. 2020. URL: https://www.cdn.ca/files_ge_articles.php (appeal date: 24.07.2020).
14. NTM – weight factors (6.11.2018) [e-resource] / NAV – Nordic Cattle Genetic Evaluation. 2018. URL: https://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2018/11/NTM---weight-factors_06112018.pdf (appeal date: 24.07.2020).
15. Genetic Evaluation – Methods and Definitions [e-resource] // Institut de l'Élevage Idele. 2018. URL: http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/genetic-evaluation-methods-and-definitions.html (appeal date: 24.07.2020).
16. Lukyanov K. I., Fedyaev P. M. Sovremennyye tendentsii v indeksnoy otsenke plemennoy tsennosti molochnogo skota [Modern tendencies in index estimation of dairy cattle breeding value] // Genetika i razvedenie zhivotnykh. 2016. No. 4. Pp. 11–19. (In Russian.)
17. Egger-Danner C., Cole J. B., Pryce J. E., et al. Invited review: overview of new traits and phenotyping strategies in dairy cattle with a focus on functional traits // *Animal*. 2015. Vol. 9 (2). Pp. 191–207. DOI: 10.1017/S1751731114002614.
18. Cole J. B., VanRaden P. M. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices // *Journal of Dairy Science*. 2018. Vol. 101 (4). Pp. 3686–3701. DOI: 10.3168/jds.2017-13335.
19. Miglior F., Fleming A., Malchiodi F., et al. A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle // *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100 (12). Pp. 10251–10271. DOI: 10.3168/jds.2017-12968.

Authors' information:

Anastasiya P. Kartashova¹, candidate of agricultural science, acting director, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003; +7 909 558-67-71

Emiliya V. Firsova¹, candidate of agricultural science, senior researcher of the laboratory of scientific support for agricultural production, ORCID 0000-0002-7688-6528, AuthorID 620603

¹ Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia

Результат использования сенажа из эспарцета песчаного в рационах молочных коров

Н. А. Морозков^{1✉}, Г. П. Майсак¹

¹ Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия

✉ E-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – изучить эффективность использования в кормлении коров в критический период сенажа из эспарцета песчаного. В статье дано краткое описание эспарцета песчаного как ценной кормовой белковой культуры, которая может успешно возделываться в условиях Пермского края. Содержание сахара в сенаже из эспарцета песчаного составило 4,86 %, при норме для 1 класса – 3,00 %. **Методы.** В 2018 г. проведены опыты по использованию эспарцета песчаного в виде сенажа в кормлении высокопродуктивных коров. Коровы контрольной группы получали в качестве корма 5 кг сена злаковых трав. У коров первой опытной группы 50 % сухого вещества сена злакового было заменено на сухое вещество сенажа из эспарцета песчаного, у второй опытной группы – 100 %. **Результаты.** При скормлинии коровам сенажа из эспарцета песчаного выявилось его положительное влияние на иммуно-биохимические показатели крови коров опытных групп. Содержание белка в плазме крови коров за весь период опыта повысилось: во второй опытной группе на 4,3 г/л (5,47 %) ($p < 0,01$) и составило 82,80 г/л, в первой опытной группе – на 1,72 % ($p < 0,05$), на контроле – на 2,28 % ($p < 0,05$). Включение в рацион сенажа из эспарцета песчаного положительно повлияло на результаты воспроизводства коров опытных групп. Сервис-период у коров контрольной группы был больше, чем у коров первой и второй опытных групп, на 12,9 дня (12,24 %, $p < 0,05$) и 21,0 день (21,58 %, $p < 0,01$) соответственно. **Научной новизной** работы является то, что впервые детально изучен биохимический состав эспарцета песчаного в Пермском крае и дана оценка результатов скормливания эспарцета животным в виде сенажа.

Ключевые слова: эспарцет песчаный, сахар, мочевины, сенаж, кормовая культура, коровы, холестерин.

Для цитирования: Морозков Н. А., Майсак Г. П. Результат использования сенажа из эспарцета песчаного в рационах молочных коров // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 57–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-57-63.

Дата поступления статьи: 10.06.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Расширение ассортимента видов кормовых культур, замена малопродуктивных сортов более урожайными и ценными в питательном отношении являются значительными резервами увеличения производства кормов и улучшения их качества [1, с. 76], [2, с. 102].

В ходе разработки нового направления в кормопроизводстве – производства биологически активных кормов – сотрудниками Пермского НИИСХ – филиала ПФИЦ УрО РАН проводится поиск культур, обладающих иммуностимулирующим действием на организм сельскохозяйственных животных.

Практическое значение в кормопроизводстве для Пермского края может представлять высокоэнерготрениновая кормовая культура эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* Kit.) семейства бобовые (*Fabaceae*) [3, с. 28], [4, с. 24]; [5, с. 22], исследования с которой начались еще в 2011 г.

Эспарцет песчаный в разных природно-климатических условиях растет на одном месте 3–5 лет и более [6, с. 70], [7, с. 29], [8, с. 32], [9, с. 48]. Данная культура, обладая особым биохимическим составом, имеет высокую ценность в

животноводстве, ее выращивают с целью получения витаминно-травяной муки, сена и сенажа для крупного рогатого скота. Корм, приготовленный из эспарцета, оказывает положительное воздействие на физиологическое состояние животных. Использование в кормлении скота таких многолетних кормовых культур, как люцерна, эспарцет, козлятник восточный, способствуют нормализации показателей крови животных, оказывает тонизирующее действие [10, с. 34].

По данным ряда авторов, размах варьирования содержания сырого протеина в растительной массе эспарцета песчаного составляет 13,8–19,99 % в абсолютно сухом веществе (а. с. в.) в различных регионах России и стран СНГ. Отмечается, что образцы растительной массы эспарцета песчаного с содержанием сырого протеина 18 % и более составляло 60 % от общего количества изученных, а с содержанием более 19 % – 27 % [11, с. 12], [4, с. 24].

Цель исследований – установить влияние скормливания в сухостойный период (21 день до отела) и в период ранней лактации (50 дней после отела) сенажа из эспарцета песчаного на обменные процессы в организме коров и на продолжительность сервис-периода.

Методология и методы исследования (Methods)

Для выполнения поставленной задачи исследования были проведены в ООО «Русь» Пермского района в 2018 г. на коровах голштинизированной черно-пестрой породы, поделенных методом парных аналогов на контрольную и две опытные группы по 10 голов в каждой при однотипном круглогодичном кормлении.

На период проведения научно-хозяйственного и физиологического опытов при составлении рационов для экспериментальных животных учитывались данные биохимического состава используемых кормов в расчете на 35–37 кг суточного надоя молока жирностью 3,8–4,0 % в первые 100 дней лактации. У коров контрольной группы рацион (по сухому веществу) был следующим: сено злаковое – 8,70 %, сенаж клеверный – 20,20 %, силос кукурузный – 28,77 %, комбикорм собственного производства, обогащенный премиксами фирмы ООО «ПРОВИМИ», – 42,33 %. На 1 кг сухого вещества рациона приходилось: обменной энергии – 11,15 МДж (при норме 10,90), сырого протеина – 17,65 % (при норме 16,60 %).

В рационе коров первой опытной группы 50 % сухого вещества сена злакового было заменено на сухое вещество сенажа из эспарцета песчаного, у второй опытной группы – 100 %.

При заготовке сенажа из эспарцета песчаного растительная масса в валках была обработана раствором муравьиной кислоты в дозе 140 г на 1 т сенажной массы, затем подвяленная масса была замотана в рулоны.

Биохимический состав кормов определяли в аналитической лаборатории ПФИЦ УрО РАН с использовани-

ем ИК-анализатора кормов SpectroStar 2600 XT-1 (1100–2600nm) и спектрофотометра Unicо.

Кровь для анализа брали утром до кормления у трех животных из каждой группы в начале и в конце опыта. В лаборатории ГБУВК «Пермский ветеринарный диагностический центр» в крови и ее сыворотке определялись количество общего белка – методом биуретовой реакции; фракции белка – рефрактометрическим методом; мочевины – уреазным фенол-гипохлоритным методом; глюкоза – титриметрическим по Хагедорну и Иенсену; холестерин – ферментативно-колориметрическим методом.

Экспериментальные данные опытов обработали методом математической статистики, разницу между группами считали достоверной при $p < 0,05$ и обозначали знаком *; при $p < 0,01$ – знаком ** [12].

Результаты (Results)

Проведен анализ биохимический состав сенажа из эспарцета песчаного, который показал его высокую питательную ценность и сена злакового (сжа сборная + овсяница луговая) (таблица 1).

В сенаже из эспарцета песчаного содержание: сахара составило 4,86 % при норме для первого класса 3,00 %; сырой клетчатки было на уровне 26,15 % при норме 28 %; уровень обменной энергии составил 9,50 МДж/кг при норме 9,2 МДж/кг. Приведенные показатели говорят о высоком качестве корма.

В злаковом сене по сравнению с сенажом из эспарцета песчаного содержание сырого протеина и сахара ниже соответственно на 3,26 и 2,01 фактических процента, а также обменной энергии на 0,65 МДж/СВ.

Таблица 1
Биохимический состав сенажа из эспарцета песчаного и сена злакового

Вид корма	Сухое вещество, %	Сырой жир, %	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сахар, %	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Каротин, мг/кг	Обменной энергии, МДж
Сенаж из эспарцета песчаного	76,60	2,59	16,96	26,15	4,86	10,63	2,79	22,90	9,50
Норма в 1 кг сухого вещества	40–60	2,53	16,00	28,00	3,00	6,30	2,40	25,00	9,20
Сено злаковое	84,46	3,36	13,70	30,24	2,85	2,68	2,55	10,2	8,85
Норма в 1 кг сухого вещества	83,00	3,00	14,00	29,00	2,60	7,60	2,50	25,0	9,10

Table 1
Biochemical composition of haylage from sainfoin and grain hay

Fodder type	Dry matter, %	Crude fat, %	Crude protein, %	Crude fiber, %	Sugar, %	Calcium, g/kg	Phosphorus, g/kg	Carotene, mg/kg	Exchange energy, MJ
Haylage from sainfoin	76.60	2.59	16.96	26.15	4.86	10.63	2.79	22.90	9.50
Standard for I class haylage legume per 1 kg of dry matter	40.60	2.53	16.00	28.00	3.00	6.30	2.40	25.00	9.20
Hay from poaceous grasses	84.46	3.36	13.70	30.24	2.85	2.68	2.55	10.2	8.85
Standard for I class poaceous hay per 1 kg of dry matter	83.00	3.00	14.00	29.00	2.60	7.60	2.50	25.0	9.10

Таблица 2

Биохимический состав крови коров при скармливания сенажа из эспарцета песчаного

Показатель	Группа	Норма	Сроки исследования крови	
			21 дней до отела	50–55 день лактации
Общий белок, г/л	Контроль I опытная II опытная	60–85	80,43 ± 3,47 83,63 ± 5,13 78,50 ± 3,38*	82,27 ± 3,25 85,07 ± 3,44 82,80 ± 3,36**
Альбумин, %	Контроль I опытная II опытная	35–50	43,80 ± 3,21 40,84 ± 1,39 42,18 ± 2,44	45,57 ± 3,56 46,31 ± 4,17 49,64 ± 2,19
α-глобулин, %	Контроль I опытная II опытная	12–20	9,06 ± 0,56 11,57 ± 0,83 10,43 ± 0,41	15,66 ± 0,40 12,65 ± 1,03 13,09 ± 0,39**
β-глобулин, %	Контроль I опытная II опытная	10–16	4,41 ± 0,51 2,61 ± 0,32 3,30 ± 0,17	18,59 ± 1,37 17,21 ± 2,65 14,79 ± 1,19
γ-глобулин, %	Контроль I опытная II опытная	25–40	42,72 ± 3,22 44,97 ± 4,53 44,08 ± 2,38	20,16 ± 2,78 23,65 ± 3,93 25,71 ± 2,41
Мочевина, ммоль/л	Контроль I опытная II опытная	3,30–6,70	15,38 ± 3,18 15,07 ± 1,17 15,22 ± 0,24	7,69 ± 1,18 7,65 ± 1,14* 7,04 ± 0,22**
Сахар, ммоль/л	Контроль I опытная II опытная	2,50–3,88	1,52 ± 0,45 1,18 ± 0,11 1,43 ± 0,03	1,48 ± 0,34 1,52 ± 0,14* 1,57 ± 0,04**
Холестерин, ммоль/л	Контроль I опытная II опытная	2,06–4,00	3,41 ± 0,28 3,85 ± 0,12 3,91 ± 0,07	9,05 ± 2,15 7,28 ± 1,17 7,03 ± 1,03

Table 2

Biochemical composition of cows blood after feeding by sainfoin haylage

Indicator	Group	Standard	Timing of blood tests	
			21 days before calving	50–55 day of lactation
Total protein, g/l	Control I experimental II experimental	60–85	80.43 ± 3.47 83.63 ± 5.13 78.50 ± 3.38*	82.27 ± 3.25 85.07 ± 3.44 82.80 ± 3.36**
Albumin, %	Control I experimental II experimental	35–50	43.80 ± 3.21 40.84 ± 1.39 42.18 ± 2.44	45.57 ± 3.56 46.31 ± 4.17 49.64 ± 2.19
α-globulin, %	Control I experimental II experimental	12–20	9.06 ± 0.56 11.57 ± 0.83 10.43 ± 0.41	15.66 ± 0.40 12.65 ± 1.03 13.09 ± 0.39**
β-globulin, %	Control I experimental II experimental	10–16	4.41 ± 0.51 2.61 ± 0.32 3.30 ± 0.17	18.59 ± 1.37 17.21 ± 2.65 14.79 ± 1.19
γ-globulin, %	Control I experimental II experimental	25–40	42.72 ± 3.22 44.97 ± 4.53 44.08 ± 2.38	20.16 ± 2.78 23.65 ± 3.93 25.71 ± 2.41
Urea, mmol/l	Control I experimental II experimental	3.30–6.70	15.38 ± 3.18 15.07 ± 1.17 15.22 ± 0.24	7.69 ± 1.18 7.65 ± 1.14* 7.04 ± 0.22**
Sugar, mmol/l	Control I experimental II experimental	2.50–3.88	1.52 ± 0.45 1.18 ± 0.11 1.43 ± 0.03	1.48 ± 0.34 1.52 ± 0.14* 1.57 ± 0.04**
Cholesterol, mmol/l	Control I experimental II experimental	2.06–4.00	3.41 ± 0.28 3.85 ± 0.12 3.91 ± 0.07	9.05 ± 2.15 7.28 ± 1.17 7.03 ± 1.03

Качество крови играет первостепенную роль в определении состояния здоровья животных и течения в их организме обменных процессов. При недостатке или нарушении соотношения питательных веществ в кормах рациона нарушается течение физиологических процессов, что выражается в изменении гематологических показателей крови [13, с. 137], [14, с. 5], [15, с. 27].

Как утверждает автор [16, с. 7], количество общего белка в сыворотке крови характеризует уровень метаболизма в организме животного. Уровень белка в крови коров за весь период опыта имел тенденцию к повышению: у коров контрольной группы – на 2,28 % ($p < 0,05$), в первой опытной группе – на 1,72 % ($p < 0,05$), во второй опытной группе – на 5,47 % ($p < 0,01$) и составил 82,80 г/л (таблица 2). В то же время содержание белка в крови коров второй опытной группы на начало опыта было наименьшим по сравнению с показателем коров контрольной и первой опытной группы, в конце опыта этот показатель был выше, чем в контрольной группе, на 0,53 г/л (0,64 %) и находился в пределах физиологической нормы [17, с. 41–42]. Это подтверждает высокую обеспеченность рационов кормления коров протеином.

За период опыта произошло снижение γ -глобулинов в крови всех экспериментальных животных: в контрольной группе – на 111,90 % ($p < 0,05$), в первой опытной группе – на 90,14 % ($p < 0,05$), во второй опытной группе – на 71,45 % ($p < 0,05$), в конце опыта этот показатель был в пределах физиологической нормы только у коров второй опытной группы. На практике подтверждается, что за счет большего содержания γ -глобулинов в плазме крови коров второй опытной группы наблюдается и больший уровень белка в крови.

Показатель мочевины снизился за период опыта во всех экспериментальных группах. Максимально достоверное снижение уровня мочевины в 2,16 раза наблюдалось у коров 2-й опытной группы по сравнению с уровнем мочевины на начало опыта и на 9,23 % ($p < 0,01$), ниже по сравнению с контрольной группой.

По данным исследований А. Луневого (2019) [18, с. 71] отмечается аналогичная ситуация по снижению мочевины в крови животных. Автор утверждает, что повысилась эффективность использования протеина корма. Это перекликается с его экспериментальными данными, снижение концентрации мочевины в крови коров составило 21 %.

Но вместе с тем содержание мочевины в крови коров всех экспериментальных групп было выше физиологической нормы как на начало, так и в конце опыта. Полагаем, что избыточное содержание мочевины в крови коров способствует избыточному образованию аммиака в рубце. Значительная часть протеина кормов в рубце подвергается гидролизу до аминокислот с последующим их дезаминированием до аммиака. При достижении нормы потребности животных в обменной энергии за счет высококачественных кормов рациона аммиак будет использован микрофлорой рубца для образования микробного белка. В данном случае аммиак, всосавшись в кровь, в печени преобразовался в мочевину.

Как в начале, так и в конце опыта содержание сахара в крови коров всех экспериментальных групп было ниже

физиологической нормы. В то же время у коров первой и второй опытных групп отмечалось повышение уровня сахара в крови в течение опыта на 28,81 % ($p < 0,01$) и на 9,79 % ($p < 0,05$) соответственно, в то время как у коров контрольной группы наблюдалось снижение сахара в крови за период опыта на 2,70 % ($p < 0,05$). Содержание сахара в крови коров второй опытной группы было выше на 6,08 % ($p < 0,01$), в первой – на 2,70 % ($p < 0,05$) по сравнению с коровами контрольной группы.

В сенаже из эспарцета песчаного по сравнению со злаковым сеном содержание сахара выше на 53,29 %, что дает определенную добавку сахара в рационы опытных групп коров. Известно, что при недостаточном обеспечении животных энергией, которая на 70–80 % формируется за счет углеводов кормов рациона, особенно в предтельный период и в I фазе лактации, организм стремится компенсировать энергетический дефицит путем сжигания жиров, что способствует повышению концентрации холестерина в крови и образованию кетоновых тел, что и просматривается по анализу крови у коров контрольной группы. Уровень холестерина в крови коров контрольной группы самый высокий и составляет 9,05 ммоль/л, что выше по сравнению с коровами первой и второй опытных групп на 24,31 % и 28,73 %, соответственно. Подтверждение тому, что у коров контрольной группы наблюдалось большее сжигание жиров тела в процессе лактации, обеспечивают данные расчета баланса энергии. Баланс энергии у коров всех экспериментальных групп был отрицательным, так как максимальное потребление сухого вещества коровами в период ранней лактации отстает от максимума молочной продуктивности, что и порождает отрицательный энергетический баланс в начале лактации.

Но следует отметить, что с большей долей замены сухого вещества злаковых грубых кормов на сухое вещество бобового сенажа из эспарцета песчаного минусовой показатель баланса энергии, рассчитанный по экспериментальным данным физиологического опыта, снижался и составил в первой опытной группе меньше на 3,8 МДж, во второй – на 4,9 МДж (на 51,35 % и 66,22 % соответственно) по сравнению с контролем.

По окончании эксперимента определен сервис-период у коров по группам: контрольная – 103,1 дня, первая опытная – 94,9 дня, вторая опытная – 83,7 дня. Сервис-период у коров второй опытной группы короче на 10,9 дня (на 13,02 %, $p < 0,05$), чем у коров первой опытной группы, и на 19,4 дня (на 23,18 %, $p < 0,05$), чем у коров контрольной группы. Полагаем, что скармливание сенажа из эспарцета песчаного коровам опытных групп положительно повлияло на продолжительность сервис-периода у коров.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

При использовании в кормлении коров сенажа из эспарцета песчаного проявилось его положительное влияние на иммуно-биохимические показатели крови коров опытных групп, особенно по содержанию общего белка. За период эксперимента содержание белка в плазме крови коров повысилось: в контрольной группе – на 2,28 % ($p < 0,05$), в первой и во второй опытных группах – на 1,72 % ($p < 0,05$) и 5,47 % ($p < 0,01$) соответственно. В крови коров уровень γ -глобулинов, отвечающих за гуморальную и иммунную

систему, в конце опыта был в пределах физиологической нормы только у коров второй опытной группы.

За счет введения в рацион сенажа из эспарцета песчаного коровы первой и второй опытных групп получили сахара и каротина больше по сравнению с контрольной группой, что повысило биологическую полноценность их рациона. Полагаем, что это положительно повлияло на воспроизводительные функции коров первой и второй

опытных групп. Сервис-период у коров контрольной группы больше, чем у коров первой и второй опытных групп, на 8,2 дня (9,28 %, $p < 0,01$), и 19,4 дня (24,05 %, $p < 0,05$) соответственно.

Учитывая благоприятное воздействие на обмен веществ в организме коров в сухостойный период и период ранней лактации при скармливании сенажа из эспарцета песчаного следует рекомендовать включение его в рацион кормления по изученным дозам.

Библиографический список

1. Корелина В. А. Создание бобово-злаковых травостоев с использованием люцерны синегибридной в условиях субарктической зоны РФ // Эффективное животноводство. 2019. № 6 (154). С. 76–79.
2. Аветисян А. Т., Федосеев Е. В. Поедаемость кормовых культур чистых и смешанных посевов в зависимости от видового состава растений // Вестник КрасГАУ. 2016. № 3. С. 100–114.
3. Волошин В. А., Морозков Н. А. Сенаж из эспарцета в кормлении коров // Кормопроизводство. 2019. № 8. С. 28–32.
4. Ибрагимов К. М., Гамидов И. Р., Умаханов М. А. Продуктивность эспарцета песчаного в двух-трехкомпонентных фитомелиоративных агрофитоценозах в условиях кизлярских пастбищ // Кормопроизводство. 2019. № 7. С. 23–27.
5. Чернявских В. И., Думачева Е. В. Эффективность совместных посевов козлятника восточного с эспарцетом песчаным на семена // Кормопроизводство. 2019. № 12. С. 21–25.
6. Грязева Т. В., Игнатьев С. А., Чесноков И. М. Сорт эспарцета Велес // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 70–71.
7. Матолинец Н. Н., Волошин В. А. Целесообразность интродукции эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) – новой многолетней бобовой культуры // Аграрный вестник Урала. 2016. № 7. С. 28–33.
8. Гамидов И. Р., Ибрагимов К. М., Умаханов М. А., Теймуров С. А. Агробиологическая оценка перспективных сортообразцов эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) для возделывания в аридных условиях республики Дагестан // Кормопроизводство. 2018. № 4. С. 32–36.
9. Матолинец Н. Н. Сравнительная оценка урожайности надземной массы эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) при разных дозах извести в Пермском крае // Пермский аграрный вестник. 2019. № 3 (27). С. 46–52.
10. Волошин В. А., Матолинец Н. Н. Формирование травостоя эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria*) первого года жизни в Среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2017. № 2. С. 34–38.
11. Игнатьев С. А., Грязева Т. В., Игнатьева Н. Г. Хозяйственно-биологическая оценка разных видов эспарцета на юге России // Зерновое хозяйство России. 2017. № 6. С. 11–16.
12. Катмаков П. С., Гавриленко В. П., Бушев А. В. Биометрия: учебное пособие для вузов / Под общ. ред. П. С. Катмакова. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Изд-во Юрайт, 2019. 177 с.
13. Вильвер Д. С. Влияние паратипических факторов на биохимический и морфологический состав крови коров черно-пестрой породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 137–139.
14. Gorelik A. S., Gorelik O. V., Kharlap S. Yu. Lactation performance of cows, quality of colostral milk and calves' livability when applying "Albit-bio" // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 5–12.
15. Gorelik O. V., Dolmatova I. A., Gorelik A. S., Gorelik V. S. The effectiveness of dietary supplements "Ferrourtikavit" usage for the dairy cows // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Vol. 2. № 2. Pp. 27–33.
16. Быкова О. А. Морфологический состав и метаболиты крови молодняка крупного рогатого скота // Аграрный вестник Урала. 2017. № 05 (159). С. 5–11.
17. Васильева С. В., Конопатов Ю. В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота: учебное пособие. 2-е изд., испр. Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2017. 188 с.
18. Лунегов А., Клименко О., Мареска М. Лекарственные растения в комплексе «Фитом Биотик» для кормления животных // Эффективное животноводство. 2019. № 9. С. 70–71.

Об авторах:

Николай Александрович Морозков¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID 0000-0002-3454-7843, AuthorID 822383; +7 912 987-56-47, ivanushkizaberezchnik@yandex.ru
Галина Павловна Майсак¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией биологически активных кормов, ORCID 0000-0002-7939-1897, AuthorID 828320

¹Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия

The result of using a haylage made of sandpaper in the diets of dairy cows

N. A. Morozkov¹✉, G. P. Maysak¹

¹ Perm Agricultural Research Institute – division of Perm Federal Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

✉ E-mail: ivanushkizabereznik@yandex.ru

Abstract. The purpose of the research was to study the effect of feeding by sainfoin haylage in the dry period (21 days before calving) and in the period of early lactation (50 days after calving) on the metabolic processes of dairy cows and the results of reproduction. The article gives the brief description of sainfoin (*Onobrychis arenaria* Kit.) as a valuable feed protein crop that can be successfully cultivated in Perm region conditions. High sugar content in sainfoin forage was noted 4.86 %, which is 1.6 times higher compared with standard class 1 for legume haylage first class. **Methods.** Experiments for use of sainfoin haylage in feeding highly productive cows were conducted in 2018. Cows of the experimental groups received a diet including sainfoin haylage. Cows in the control group received 5 kg of poaceous grass hay as a fodder. The first experimental group got 50 % of forage dry matter as sainfoin haylage. The second experimental group received 100 % of forage dry matter as sainfoin haylage. **Results.** Hay replacing by equal dry matter amount of sainfoin haylage provided positive effect on immuno-biochemical parameters of cows blood. The protein content increased in the blood plasma of cows during the time of the experiment: in the second experimental group by 4.3 g/l (5.47 %, $p < 0.01$) and reached 82.80 g/l, in the first experimental group by 1.72 % ($p < 0.05$), in the control – by 2.28 % ($p < 0.05$). Feeding sainfoin haylage to cows had a positive effect on their reproductive functions. The service period for cows of the second experimental group was shorter by 8.1 days (9.28 %, $p < 0.01$) compared with the first experimental group and by 21 days (24.05 %, $p < 0.05$) shorter than in the control group. The scientific originality of the work is that for the first time the biochemical composition of sainfoin was studied thoroughly in Perm region and the results of sainfoin haylage feeding to animals were presented.

Keywords: sainfoin, sugar, urea, haylage, fodder crop, cows, cholesterol.

For citation: Morozkov N. A., Maysak G. P. Rezul'tat ispol'zovaniya senazha iz espartseta peschanogo v ratsionakh molochnykh korov [The result of using a haylage made of sandpaper in the diets of dairy cows] // Agrarian Bulletin of the Urals. No. 10 (201). 2020. Pp. 57–63. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-57-63. (In Russian.)

Paper submitted: 09.06.2020.

References

1. Korelina V. A. Sozdaniye bobovo-zlakovykh travostoyev s ispol'zovaniyem lyutserny sinegibridnoy v usloviyakh subark-ticheskoy zony RF [Creation of legume and cereal herbage using blue-hybrid alfalfa in the conditions of the subarctic zone of the Russian Federation] // Effective animal husbandry. 2019. No. 6 (154). Pp. 76–79. (In Russian.)
2. Avetisyan A. T., Fedoseyev E. V. Poyedayemost' kormovykh kul'tur chistykh i smeshannykh posevov v zavisimosti ot vi-dovogo sostava rasteniy [Feed Consumption of pure and mixed crops depending on the species composition of plants] // The Bulletin of KrasGAU. 2016. No. 3. Pp. 100–114. (In Russian.)
3. Voloshin V. A., Morozkov N. A. Senazh iz espartseta v kormlenii korov [Haylage from sainfoin in cow feeding] // Fodder Production. 2019. No. 8. Pp. 28–32. (In Russian.)
4. Ibragimov K. M., Gamidov I. R., Umakhanov M. A. Produktivnost' espartseta peschanogo v dvukh-trekhkomponentnykh fitomeliorativnykh agrofytotsenozakh v usloviyakh kizlyarskikh pastbishch [Productivity of sainfoin in two-three-component phytomeliorative agrophytocenoses in conditions of Kizlyar pastures] // Fodder Production. 2019. No. 7. Pp. 23–27. (In Russian.)
5. Chernyavskikh V. I., Dumacheva E. V. Effektivnost' sovmestnykh posevov kozlyatnika vostochnogo s espartsetom pe-schanym na semena [Efficiency of joint seeding of goat's-rue with sainfoin for seeds] // Fodder Production. 2019. No. 12. Pp. 21–25. (In Russian.)
6. Gryazeva T. V., Ignat'yev S. A., Chesnokov I. M. Sort espartseta Veles [Sainfoin Veles variety] // Achievements of Science and Technology of AICis. 2015. T. 29. No. 5. Pp. 70–71. (In Russian.)
7. Matolinets N. N., Voloshin V. A. Tselesoobraznost' introduksii espartseta peschanogo (*Onobrychis arenaria*) – novoy mno-goletney bobovoy kul'tury [Introduction expediency of sainfoin (*Onobrychis arenaria*) – a new perennial legume culture] // Agrarian Bulletin Urals. 2016. No. 7. Pp. 28–33. (In Russian.)
8. Gamidov I. R., Ibragimov K. M., Umakhanov M. A., Teymurov S. A. Agrobiologicheskaya otsenka perspektivnykh sortoo-bratstov espartseta peschanogo (*Onobrychis arenaria*) dlya vozdeleyvaniya v aridnykh usloviyakh respublik Dagestan [Agro-biological assessment of promising cultivars of sainfoin (*Onobrychis arenaria*) for cultivation in arid conditions of Dagestan Republic] // Fodder Production. 2018. No. 4. Pp. 32–36. (In Russian.)

9. Matolinets N. N. Sravnitel'naya otsenka urozhaynosti nadzemnoy massy espartseta peschanogo (*Onobrychis arenaria*) pri raznykh dozakh izvesti v Permskom kraye [Comparative evaluation of sainfoin forage mass yield (*Onobrychis arenaria*) at different lime rates in Perm region] // Perm Agrarian Journal. 2019. No. 3 (27). Pp. 46–52. (In Russian.)
10. Voloshin V. A., Matolinets N. N. Formirovaniye travostoya espartseta peschanogo (*Onobrychis arenaria*) pervogo goda zhizni v Srednem Predural'ye [Formation of the herbage of sainfoin (*Onobrychis arenaria*) of the first year of life in the Middle Urals] // Perm Agrarian Journal. 2017. No. 2. Pp. 34–38. (In Russian.)
11. Ignat'yev S. A., Gryazeva T. V., Ignat'yeva N. G. Khozyaystvenno-biologicheskaya otsenka raznykh vidov espartseta na yuge Rossii [Economic and biological assessment of different of sainfoin species in the South of Russia] // Grain Economy of Russia. 2017. No. 6. Pp. 11–16. (In Russian.)
12. Katmakov P. S., Gavrilenko V. P., Bushev A. V. Biometriya: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Biometrics: textbook for universities] / Under the editorship of P. S. Katmakov. 2nd ed., revised and supplemented. Moscow: Yurayt, 2019. 177 p. (In Russian.)
13. Vil'ver D. S. Vliyaniye paratipicheskikh faktorov na biokhimicheskiy i morfologicheskiy sostav krovi korov chernopestroy porody [Influence of paratypical factors on the biochemical and morphological composition of the blood of black-and-white cows] // Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2015. No. 3. Pp. 137–139. (In Russian.)
14. Gorelik A. S., Gorelik O. V., Kharlap S. Yu. Lactation performance of cows, quality of colostral milk and calves' livability when applying "Albit-bio" // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Vol. 2. No. 1. Pp. 5–12.
15. Gorelik O. V., Dolmatova I. A., Gorelik A. S., Gorelik V. S. The effectiveness of dietary supplements "Ferrourtikavit" usage for the dairy cows // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Vol. 2. № 2. Pp. 27–33.
16. Bykova O. A. Morfologicheskiy sostav i metabolity krovi molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Morphological composition and blood metabolites of young cattle] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2017. No. 05 (159). Pp. 5–11. (In Russian.)
17. Vasil'yeva S. V., Konopatov Yu. V. Klinicheskaya biokhimiya krupnogo rogatogo skota: uchebnoye posobiye [Klinicheskaya biokhimiya krupnogo rogatogo skota: Uchebnoye posobiye]. 2nd ed., corrected. Saint Petersburg: Lan', 2017. 188 p. (In Russian.)
18. Lunegov A., Klimenko O., Mareska M. Lekarstvennyye rasteniya v komplekse "Fitom Biotik" dlya kormleniya zhivotnykh [Medicinal plants in the complex "Fitom Biotic" for animal feeding] // Effective animal husbandry. 2019. No. 9. Pp. 70–71. (In Russian.)

Authors' information:

Nikolay A. Morozkov¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID 0000-0002-3454-7843, AuthorID 822383; +7 912 987-56-47, ivanushkizaberezchnik@yandex.ru

Galina P. Maysak¹, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of biologically active feeds, ORCID 0000-0002-7939-1897, AuthorID 828320

¹ Perm Agricultural Research Institute – division of Perm Federal Research Center of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia

Выделение и PBS-дифференциация изолятов *Alternaria spp.*

О. Н. Хапилина¹, А. С. Туржанова¹, О. Б. Райзер¹✉, Р. Н. Календарь¹

¹ Национальный центр биотехнологии, Нур-Султан, Республика Казахстан

✉ E-mail: 2008olesya@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – выделение изолятов *Alternaria spp.* и их PBS-дифференциация. В статье представлены результаты по выделению фитопатогенных грибов рода *Alternaria spp.* из растений пшеницы и их генетической дифференциации с использованием iPBS (Inter Primer Binding Site Polymorphism) анализа. В результате мониторинговых исследований показано, что грибы *Alternaria spp.* являются доминантным компонентом патокомплекса грибов, поражающих зародышевую зону семян и колосья пшеницы в северных регионах Казахстана. Патоконкомплекс альтернариоза сформирован изолятами *A. alternata*, *A. infectoria* и *A. tenuissima*. **Методы.** Генетическую дифференциацию изолятов проводили с использованием iPBS-анализа. Метод основан на использовании консервативных последовательностей сайтов связывания тРНК (Primer Binding Sites) в качестве ПЦР праймеров. Данный метод является универсальным и эффективным для непосредственного выявления полиморфизма между индивидуумами, поэтому PBS-праймеры могут быть использованы практически у любых организмов, в том числе и у грибов. **Результаты.** Анализ PBS праймеров показал, что все они имеют высокую разрешающую способность при дифференциации изолятов *Alternaria spp.* Полученные продукты амплификации показали высокую вариабельность среди изолятов как внутри одного вида, так и на межвидовом уровне. Уровень детектируемого полиморфизма варьировал от 47,43 % до 80,81 %, в среднем этот показатель составил 61 %. Размер амплифицированных ПЦР-фрагментов был в диапазоне от 200 до 3000 п. н., в среднем наблюдали амплификацию от 5 до 15 бендов на каждый изолят. **Практическая значимость.** Данная работа позволила получить новые данные о генетическом разнообразии фитопатогенных грибов *Alternaria* для последующей разработки стратегии защиты растений от альтернариоза.

Ключевые слова: пшеница, изолят, *Alternaria spp.*, фитопатоген, альтернариоз, ПЦР, молекулярные маркеры, iPBS, амплификация.

Для цитирования: Хапилина О. Н., Туржанова А. С., Райзер О. Б., Календарь Р. Н. Выделение и PBS-дифференциация изолятов *Alternaria spp.* // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 64–72. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-64-72.

Дата поступления статьи: 02.09.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Яровая пшеница в Казахстане является основной экспортной культурой и выращивается на площади примерно 14,3 млн га, из которых более 80 % сосредоточены в северном регионе [1]. Климатические условия Северного Казахстана являются благоприятными для выращивания большинства яровых зерновых культур, однако особенностью данного региона является нестабильность урожайности, что обусловлено не только агрометеорологическими факторами, но и воздействием вредных микроорганизмов.

Поражение пшеницы фитопатогенными грибами приводит к значительным потерям урожая, ухудшению его качества. Среди болезней пшеницы следует выделить альтернариоз, фузариоз и гельминтоспориоз, поскольку грибы, их вызывающие, заселяют поверхность зерна, проникают в зародышевую зону, а также поражают прикорневую зону стеблей пшеницы, что в последствие приводит к снижению качества и урожайности этой культуры. В последнее время наиболее часто из зародышевой зоны семян пшеницы выделяются микромицеты рода *Alternaria*, которые являются уже доминантным компонентом микробиома зерна [2, с. 11]. Виды этого рода широко распространены, встречаются как сапрофиты на растительных

остатках, а также как патогены различных видов растений [3, с. 93]. Некоторые виды являются возбудителями болезней агрономически и экономически важных растений, а также являются опасными послепосевными патогенами [4, с. 129], [5, с. 225]. Грибы *Alternaria* распространены на семенах злаковых культур, проникая внутрь семян, локализируются в эндосперме и плодовых оболочках, инфицируют зародыши, вызывая симптомы болезни «черный зародыш». Кроме того, могут снижать продуктивность растений, и ухудшать качество продуктов из зерна. Ухудшение качества зерна, вызванное способностью грибов рода *Alternaria* продуцировать микотоксины, в настоящее время активно исследуется, в ряде работ показано, что некоторые из метаболитов могут обладать канцерогенными и аллергенными свойствами [6, с. 181], [7, с. 1004].

Схожесть морфологических критериев и симптомов болезней у различных видов растений затрудняют видовую идентификацию рода *Alternaria* [8, с. 1], [9, с. 34]. В этой связи возникает необходимость использования разнообразных подходов (биохимических, молекулярно-генетических, морфологических) для выявления генетического полиморфизма и установления таксономической принадлежности [10, с. 123]. Популяции грибов этого рода

характеризуются значительным генетическим разнообразием, что связано со способностью конидий к миграции на большие расстояния, а также воздействием антропогенных факторов [11, с. 5].

Исследования генетического полиморфизма популяций и эволюционных взаимодействий проводят с использованием различных подходов, наиболее часто исследуют полиморфизм внутренних и межгенных транскрибируемых спейсеров (ITS, IGS) рибосомальной области ДНК [12, с. 62], [13, с. 1]. Для изучения аспектов таксономии и эволюционных взаимодействий этих фитопатогенных грибов используют различные ДНК-технологии, такие как RAPD, AFLP, ISSR и SSR, а также секвенируя ДНК- и белок-кодирующие регионы [9, с. 34], [14, с. 1], [15, с. 95]. В дополнение к этим маркерам изучение варибельности последовательностей ретротранспозонов может расширить знания о филогенетических взаимоотношениях внутри популяций фитопатогенных грибов.

Ретротранспозоны – потенциально мобильные элементы, распространены по всему геному, участвуют в мейотических рекомбинациях, вызывая его нестабильность вследствие инверсий и транслокаций [16, с. 1], [17, с. 483]. Как и в растительном геноме, активация ретротранспозонов способствует повышению генетической пластичности в ответ на экологический стресс, у грибов их активация способствует более быстрой эволюции [18, с. 53], [19, с. 1]. Несмотря на то что геном грибов значительно меньше в сравнении с растениями разработка молекулярных маркеров на основе ретротранспозонов затруднительна. Метод iPBS (Inter-Primer Binding Site Polymorphism), разработанный R. Kalendar с соавторами, позволяет преодолеть эту проблему, используя консервативные области последовательностей PBS (Primer Binding Site) сайтов ретротранспозонов как для выявления полиморфизма в профилях транскрипции, так и для поиска в базах данных ретротранспозонов [20, с. 1419]. Высококонсервативный PBS-регион характерен для различных семейств LTR ретротранспозонов [21, с. 233]. Данный метод является универсальным и эффективным для непосредственного выявления полиморфизма между индивидуумами, поэтому универсальные PBS-праймеры могут быть использованы практически у любых организмов, в том числе и у грибов [22, с. 128]. Несмотря на очевидные преимущества iPBS-метода, использование его для исследования генетического разнообразия грибов было очень ограниченным: только несколько видов *Alternaria* были исследованы, хотя зерно пшеницы может быть контаминировано несколькими видами одновременно [23, с. 479], [24, с. 225], [25, с. 307], [26, с. 76]. В данной работе мы использовали iPBS-метод для выявления генетического полиморфизма фитопатогенных грибов рода *Alternaria*, выделенных нами из зародышевой зоны семян пшеницы Казахстана.

Методология и методы исследования (Methods)

Выделение фитопатогенных грибов рода *Alternaria* проводили с использованием стандартных микробиологических методов, основанных на стимуляции роста и развития патогенов в лабораторных условиях [27, с. 20]. Долю конкретного вида (%) определяли, как отношение числа зерен, зараженных определенным видом к числу зерен, зараженных любыми видами этого рода.

Изоляты выращивали в чашках Петри на питательных средах при 25 °C в течение 7–15 дней. Микроскопический анализ грибов осуществляли на 7–15 сутки с использованием микроскопов Micros-200 (Austria) с фотонасадкой SSD, видеокамерой Hi-Resolution SD66P. Морфологические признаки изучаемых видов сравнивали со стандартными характеристиками из определительной литературы или с материалом, представленным на сайте <http://www.mycobank.org> [28, с. 28]. При этом учитывали такие признаки, как тип ветвления конидий, характеристика поверхности спор, их размер и др.

Выделение ДНК из фитопатогенных грибов проводили СТАВ-методом с собственными модификациями [29, с. 98], [30, с. 1]. Экстракцию геномной ДНК осуществляли из мицелия (50 мг) с использованием модифицированного экстракционного буфера СТАВ с РНКазой А (<http://primerdigital.com/dna>).

Генетическую идентификацию изолятов *Alternaria* spp. проводили методом ПЦР с использованием прямых праймеров ITS1 (5' ggaagtaaaagtcgtaacaagg 3') и ITS4 (5' tcctccgcttattgatatgc 3'). Температурно-временные параметры амплификации для праймеров включали предварительную денатурацию при 95 °C в течение 2 минут, затем 32 цикла: 95 °C – 10 с, 50 °C – 30 с, 72 °C – 60 с, 72 °C – 3 мин.

Генетическую изменчивость изолятов *Alternaria* spp. оценивали с использованием PBS-праймеров, разработанных R. Kalendar с соавторами [21, с. 233]. ПЦР-амплификацию проводили при следующих условиях: денатурация при 98 °C – 1 минута, затем 30 циклов в режиме 98 °C – 5 с, отжиг при 50–60 °C (в зависимости от праймера) – 20 с, элонгация при 72 °C – 60 с с последующей элонгацией при 72 °C – 3 мин. Каждую реакцию амплификации повторяли дважды на каждом образце ДНК.

Продукты ПЦР разделяли электрофорезом при 70 В в течение 6 ч в 1,5-процентном агарозном геле. Визуализацию продуктов амплификации проводили с использованием геледокументирующих систем ChemiDoc-It2 и PharosFX Plus с разрешением 50 мкм после окрашивания бромидом этидия. Анализ спектров амплификации проводили с использованием программного обеспечения GenAlex 6.5 [31, с. 2537].

Результаты (Results)

Исследования по выделению фитопатогенных грибов пшеницы были проведены в 2018–2019 гг. совместно с сотрудниками лаборатории микробиологии научно-производственного Центра зернового хозяйства им. А. И. Бараева. Были исследованы семена пшеницы различных сортов, районированных в Павлодарской, Актюбинской, Карагандинской, Акмолинской, Северо-Казахстанской областях. У всех обследованных образцов преобладала скрытая форма заражения зерновок (внешне здоровые, всхожие, имели нормальный блеск, налет гриба отсутствовал); но иногда наблюдалась и явная пораженность (формирование налета со спороношением гриба, разная степень деформации зерновок). Микологический анализ выявил присутствие в микобиоте различных видов грибов, относящихся к родам *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Penicillium* и др. (рис. 1).



Рис. 1. Анализ семян пшеницы сорта Карагандинская 22 на наличие патогенной микрофлоры
Fig.1. Analysis of seeds of the wheat Karagandinskaya 22 for the pathogenic fungi

Сравнительный анализ родового состава показал, что наиболее часто зародышевая зона семян пшеницы была контаминирована грибами из рода *Alternaria*, выделяющихся с частотой до 50–77,5 %. Интенсивность поражения грибами из рода *Fusarium* была незначительной (3,7–10 %). Возбудитель гельминтоспориозной корневой гнили *Bipolaris* выделялся с частотой 3 %, данный патоген был идентифицирован только в пробах семян из Северо-Казахстанской области.

Также были проведены мониторинговые исследования на посевах пшеницы различных сортов в Акмолинской и Карагандинской областях в фазу молочно-восковой спелости. В результате наблюдали интенсивное проявление сапрофитной инфекции, так называемой черни колоса, болезнь проявлялась на зрелых колосьях в виде черного налета. Сильное развитие черни колоса, наблюдаемое на посевах, мы связываем с продолжительной дождливой погодой в период налива зерна и, как следствие, поздней уборкой.

Микологический анализ стеблей, колосьев и колосковых чешуй, пораженных чернью, показал, что основными возбудителями, поражающими колосковые чешуи являлись грибы *Alternaria* spp. (рис. 2).

Анализ структуры возбудителей грибных болезней, контаминирующих растения пшеницы в период созревания зерна, выявил сдвиг преобладающих видов: существенную долю составляли грибы *Alternaria* sp. (до 75 %), также с высокой частотой выделялись представители рода *Fusarium* sp. (до 35 %). Частота выделения одного из вредоносных возбудителей корневой гнили *Bipolaris* sp. была незначительной – около 2 %. Также в низком количестве были представлены виды *Aspergillus* и *Penicillium*. Исследования выявили доминирующее положение в структуре грибных болезней пшеницы грибов рода *Alter-*

aria sp., этот факт побудил нас более детально подойти к их изучению.

Выделенные в чистую культуру изоляты *Alternaria* sp. культивировали на картофельно-декстрозном (PDA) и морковно-декстрозном (MDA) агаре для изучения морфолого-культуральных признаков с целью видовой идентификации.

Для возбудителей альтернариоза было характерно формирование цепочек конидий, отличающихся размерами, в легко распадающихся цепочках, разнообразной формы – грушевидных, обратнобуловидных, цилиндрических, яйцевидных. Цвет конидий – от бурых до темно оливковых, имеют 2–4 продольные и 1–2 поперечные перегородки. На основании изученных морфолого-культуральных признаков изоляты грибов *Alternaria* sp. были отнесены к видам *A. alternata*, *A. tenuissima*, *A. infectoria* (рис. 3).

Для подтверждения видовой принадлежности дополнительно проводили молекулярно-генетическую идентификацию путем секвенирования последовательностей рибосомных генов, которые достаточно широко используются для идентификации филогенетического родства. Несмотря на высокую степень консервативности, не-транскрибирующиеся и транскрибирующиеся спейсерные последовательности ITS-регионов ДНК являются стабильным генетическим маркером, позволяющим надежно идентифицировать до вида эти фитопатогенные грибы.

Процент совпадений выделенных образцов *Alternaria* с последовательностями из GeneBank по числу совпадающих нуклеотидов был довольно высоким и составил 99–100 %.

Идентификация показала, что в выделившемся паток-комплексе альтернариоза доминируют изоляты *A. alternata*, частота встречаемости которых составила 53,6 %, изоляты *A. infectoria* составили 34,1 %, изоляты *A. tenuissima* выделялись с частотой 12,3 %.

Для выявления генетического полиморфизма использовали только идентифицированные изоляты *Alternaria* с наиболее типичными морфолого-культуральными признаками, выделенными из различных регионов Казахстана. Всего для исследований было использовано 4 изолята *A. tenuissima*, 7 изолятов *A. infectoria* и 14 изолятов *A. alternata*.

Предварительно все PBS-праймеры были протестированы для определения их эффективности при детекции полиморфизма в ДНК фингерпринтинге у изолятов рода *Alternaria*. Эффективность оценивали по количеству амплифицированных фрагментов на 1 образец ДНК. В результате тестирования было выявлено, что только 4 праймера показали наивысшую эффективность в выявлении генетической дифференциации изолятов *Alternaria*, образуя множество одинаково интенсивных ампликонов. 6 праймеров образовывали от 2 до 4 ампликонов и 15 праймеров обладали средними показателями информативности. В результате тестирования iPBS праймеров для оценки генетического разнообразия изолятов *Alternaria*, были исключены праймеры, которые генерировали низкое количество продуктов ПЦР. Для дальнейших исследований были использованы праймеры с наивысшим баллом эффективности 2242, 2221 и 2237.



Рис. 2. Микологический анализ растений пшеницы с признаками черни колоса
Fig. 2. Mycological analysis of wheat plants with black head blight



Рис. 3. Микроморфологические особенности грибов рода *Alternaria*, микроскоп Micros200, увеличение $\times 600$
Fig. 3. Micromorphological characteristics of *Alternaria* sp. Fungi, microscope Micros200, magnification $\times 600$

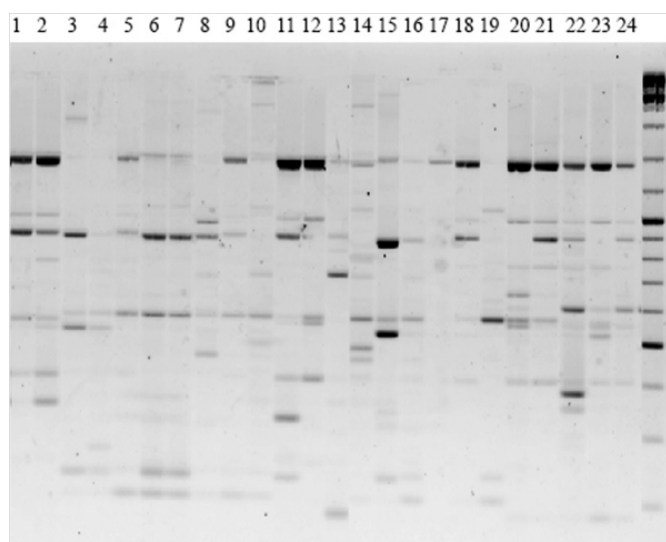


Рис. 4. Электрофореграмма продуктов амплификации ДНК изолятов *Alternaria* spp. с iPBS маркером 2237
Fig. 4. Electrophoretic analysis of PCR product from isolates *Alternaria* spp. with iPBS marker 2237

Полученные продукты амплификации показали высокую вариабельность среди изолятов, как внутри одного вида, так и на межвидовом уровне. Размер амплифицированных ПЦР-фрагментов был в диапазоне от 200 до 3000 п. н., в среднем наблюдали амплификацию 5–15 бендов на каждый изолят (рис. 4).

В результате амплификации с iPBS-праймерами (2221, 2237, 2242) было получено 328 фрагментов, 228 из которых были полиморфными. Анализ спектров амплификации показал варьирование уровня полиморфизма у различных видов *Alternaria* от 47 % до 80 %.

Результаты амплификации ДНК изолятов грибов, принадлежащих к различным видам *Alternaria*, с использованием iPBS-праймеров показали высокую эффективность данного метода. В результате чего данные праймеры были использованы для генетического анализа видов *Alternaria* (см. таблицу).

Таблица

Генетическое разнообразие видов *Alternaria* spp. по результатам iPBS фингерпринта

Вид	Количество штаммов	Аmplified fragments		Полиморфизм, %
		Всего	Полиморфных	
<i>A. alternata</i>	14	198	160	80,81
<i>A. infectoria</i>	6	78	37	47,43
<i>A. tenuissima</i>	4	52	31	59,63
Общее	24	328	228	61,01

Table

Genetic diversity of *Alternaria* spp. according to iPBS fingerprint

Species	Number of strains	Amplified fragments		Polymorphism, %
		Total	Polymorphic	
<i>A. alternata</i>	14	198	160	80.81
<i>A. infectoria</i>	6	78	37	47.43
<i>A. tenuissima</i>	4	52	31	59.63
Total	24	328	228	61.01

В среднем общий уровень детектируемого полиморфизма составил 61 %. Ранжирование штаммов, относящихся к различным видам *Alternaria* spp., по убыванию показателя PPL выглядит следующим образом *A. alternata* (80 %) > *A. tenuissima* (59 %) > *A. infectoria* (47 %).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Грибные болезни растений, вызывающие значительное снижение урожайности, способны распространяться через семена. Вредоносность микроскопических грибов, контаминирующих семена сельскохозяйственных растений заключается не только в снижении всхожести и энергии прорастания, но и продуцировании микотоксинов, что представляют огромную опасность для млекопитающих. Грибы *Alternaria* являются доминантным компонентом микробиома зерна во многих регионах мира. Принимая во внимание значительную потенциальную опасность токсигенных видов *Alternaria*, проблеме изучения этих грибов в последнее время уделяется большое внимание. Следует отметить, что имеется недостаточно сведений о вреде и способах детекции микотоксинов, продуцируемых грибами рода *Alternaria*. Несмотря на относительно слабую токсичность метаболитов *A. tenuissima*, *A. alternata* для животных в сравнении с фузариотоксинами, вследствие высокой частоты встречаемости этих микромицетов их токсины могут быть опасны для человека, некоторые из них обладают канцерогенным эффектом [6, с. 181].

Грибы рода *Alternaria* отличаются значительной видовой вариабельностью морфолого-культуральных признаков, зачастую микроморфологические критерии могут сильно варьировать в пределах одного вида. Исследование генетического разнообразия этих патогенов, в том числе и с применением новейших молекулярно-генетических методов, позволит в дальнейшем разработать эффективные методы борьбы с альтернариозом не только на пшенице, но и на других сельскохозяйственных культурах. Оценку биоразнообразия проводят с использованием различных генетических маркеров, наиболее часто используют маркеры, не требующие значительных затрат в лаборатории. Некоторые исследования показывают низкую эффективность RAPD-маркеров вследствие низкой воспроизводимости [15, с. 95], [32, с. 9]. Использование микросателлитных

маркеров (SSR) лимитируется необходимостью дорогостоящего геномного секвенирования и биоинформационного анализа для поиска полиморфных SSR-локусов, с целью последующего подбора эффективных ПЦР пар праймеров [33, с. 53], [34, с. 1]. В данном случае эффективнее использовать маркеры, отличающиеся широким распределением в геноме и универсальностью для любого вида. К таким маркерам можно отнести повторяющиеся последовательности разнообразных классов ретротранспозонов. Ретротранспозоны имеют универсальный сайт праймирования tRNA (PBS), последовательности которого комплементарны минимум 12 нуклеотидам tRNA-последовательностей. Это является достаточным для применения их в качестве ПЦР-праймеров с последующей детекцией полиморфизма в агарозном геле [21, с. 233], [35, с. 453]. Данный метод позволяет анализировать полиморфизм ретротранспозонов любого организма без предварительного изучения последовательностей.

Данный метод был успешно применен для исследования полиморфизма грибов [25, с. 307], [26, с. 76], [27, с. 20]. Проведенные нами исследования показали высокий уровень информативности используемых праймеров. Количество амплифицированных фрагментов было достаточным для проведения идентификации генетического полиморфизма, уровень которого был высоким и варьировал от 47,43 % до 80,81 %. Количество генерированных бендов (как общих, так и полиморфных) было высоким и сопоставимо с аналогичными результатами у других исследователей [25, с. 307], [36, с. 28], [37, с. 142]. Используемые нами праймеры (2221, 2237, 2242) с высоким уровнем насыщения спектров амплификации позволили разделить выделенные генотипы, в соответствии с их таксономической классификацией. Это указывает на возможность в дальнейшем использовать данный метод для разработки системы идентификации сложного фитопатогенного вида *Alternaria*. Наши результаты подтверждают, что iPBS-анализ является мощным и полезным инструментом для анализа внутривидовой изменчивости этих грибов.

Благодарности (Acknowledgements)

Работа выполнена в рамках проекта АР 05130404.

Библиографический список

1. Agency for statistics of RK [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gov.kz> (дата обращения: 03.08.2020).
2. Ганнибал Ф. Б. Альтерналиоз зерна – современный взгляд на проблему // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 11–15.
3. Lee H. B., Patriarca A., Magan N. *Alternaria* in Food: Ecophysiology, Mycotoxin Production and Toxicology // *Mycobiology*. 2015. Vol. 43. No. 2. Pp. 93–106. DOI: 10.5941/MYCO.2015.43.2.93.
4. Gannibal P., Logrieco A., Moretti A., Solfrizzo M. *Alternaria* toxins and plant diseases: an overview of origin and occurrence // *World Mycotoxin Journal*. 2009. Vol. 2. Pp. 129–140.
5. Thomma B. P. H. J., *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite // *Molecular Plant Pathology*. 2003. Vol. 4. No. 4. Pp. 225–236.
6. Huybrechts I., De Ruyck K., De Saeger S., De Boevre M. Uniting large-scale databases to unravel the impact of chronic multi-mycotoxins exposures on colorectal cancer incidence in Europe // China Agricultural Science and Technology Press: proceedings of the 2nd MycoKey International Conference. Wuhan, 2018. Pp. 181–183.
7. Castañares E., Pavicich M. A., Dinolfo M. I., Moreyra F., Stenglein S. A., Natural occurrence of *Alternaria* mycotoxins in malting barley grains in the main producing region of Argentina // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2019. Vol. 100. Pp. 1004–1011. DOI: 10.1002/jsfa.10101.
8. Lawrence D., Rotondo F., Gannibal F. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria* // *Mycological Progress*. 2016. Vol. 15. Pp. 1–22. DOI: 10.1007/s11557-015-1144-x.
9. Somma S., Amatulli M. T., Masiello M., Logrieco A. *Alternaria* species associated to wheat black point identified through a multilocus sequence approach // *International Journal of Food Microbiology*. 2019. Vol. 293. Pp. 34–43.
10. Pavón M. Á., López-Calleja I. M., González I., Martín R., García T. Targeting Conserved Genes in *Alternaria* Species // *Mycotoxigenic Fungi*. 2017. Vol. 1542. Pp. 123–129.
11. Levitin M., Gulyaeva E., Gagkaeva T., Gannibal P. Population studies of fungi causing the diseases of grain crops // *Plant Protection News*. 2019. Vol. 4. No. 102. Pp. 5–16. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16.
12. Woudenberg J., Merwe N., Jurjević Ž., Groenewald J., Crous P. Diversity and movement of indoor *Alternaria alternata* across the mainland USA // *Fungal Genetics and Biology*. 2015. Vol. 81. Pp. 62–72. DOI: 10.1016/j.fgb.2015.05.003.
13. Badotti F., de Oliveira F., Garcia C., Vaz A., Fonseca P., Nahum L., Góes-Neto A. Effectiveness of ITS and sub-regions as DNA barcode markers for the identification of Basidiomycota (Fungi) // *BMC Microbiology*. 2017. Vol. 17 (1). DOI: 10.1186/s12866-017-0958-x.
14. Andersen B., Nielsen K., Fernández Pinto V., Patriarca A. Characterization of *Alternaria* strains from Argentinean blueberry, tomato, walnut and wheat // *International Journal of Food Microbiology*. 2015. Vol. 196. Pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.029.
15. Andrew M., Peever T., Pryor B. An expanded multilocus phylogeny does not resolve morphological species within the small-spored *Alternaria* species complex // *Mycologia*. 2009. Vol. 101. No. 1. Pp. 95–109. DOI: 10.3852/08-135.
16. Sun S., Yadav V., Billmyre R., Cuomo C., Nowrousian M., Wang L., Fungal genome and mating system transitions facilitated by chromosomal translocations involving intercentromeric recombination // *PLoS Biology*. 2017. Vol. 15 (8). DOI: 10.1371/journal.pbio.2002527.
17. Mehrabi R., Mirzadi Gohari A., Kema G. Karyotype Variability in Plant-Pathogenic Fungi // *Annual Review of Phytopathology*. 2017. Vol. 55. No. 1. Pp. 483–503. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080615-095928.
18. Ohama N., Sato H., Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Transcriptional Regulatory Network of Plant Heat Stress Response // *Trends in Plant Science*. 2017. Vol. 22. No. 1. Pp. 53–65. DOI: 10.1016/j.tplants.2016.08.015.
19. Fouché S., Badet T., Oggenfuss U., Plissonneau C., Francisco C. S. Croll D. Stress-driven transposable element de-repression dynamics in a fungal pathogen // *bioRxiv*. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1101/633693>.
20. Kalendar R., Antonius K., et al. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation // *Theoretical and Applied Genetics*. 2010. Vol. 121. No. 8. Pp. 1419–1430. DOI: 10.1007/s00122-010-1398-2.
21. Kalendar R., Schulman A. H. Transposon-Based Tagging: IRAP, REMAP, and iPBS // *Molecular Plant Taxonomy. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)*. Totowa, New Jersey: Humana Press, 2014. Vol. 1115. Pp. 233–255. DOI: 10.1007/978-1-62703-767-9_12.
22. Kalendar R. N., Aizharkyn K. S., Khapilina O. N., Amenov A. A., Tagimanova D. S. Plant diversity and transcriptional variability assessed by retrotransposon-based molecular markers // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017. Vol. 21 (1). Pp. 128–134. DOI: 10.18699/VJ17.231.
23. Borna F., Luo S., Ahmad N., Nazeri V., Shokrpour M., Trethowan R. Genetic diversity in populations of the medicinal plant *Leonurus cardiaca* L. revealed by inter-primer binding site (iPBS) markers // *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2016. Vol. 64. Pp. 479–492. DOI: 10.1007/s10722-016-0373-4.
24. Ozer G., Bayraktar H. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cumini* isolates analyzed by vegetative compatibility, sequences analysis of the rDNA IGS region and iPBS retrotransposon markers // *Journal of Plant Pathology*. 2018. Vol. 100. Pp. 225–232. DOI: 10.1007/s42161-018-0063-5.
25. Škipars V., Siaredzich M., Belevich V., Bruņeviča N., Brūna L., Ruņģis D. Genetic differentiation of *Phoma* sp. isolates using retrotransposon-based iPBS assays // *Environmental and Experimental Biology*. 2018. Vol. 16. Pp. 307–314. DOI: 10.22364/eeb.16.22.

26. Wu J., Xie X., Shi Y., Chai A., Wang Q., Li B. Analysis of pathogenic and genetic variability of *Corynespora cassiicola* based on iPBS retrotransposons // Canadian Journal of Plant Pathology. 2019. Vol. 41. Pp. 76–86. DOI: 10.1080/07060661.2018.1516239.
27. Барбарош В. Фитопатологическая экспертиза семян // Защита и карантин растений. 2004. № 2. С. 20–21.
28. Ганнибал Ф. Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria*: методическое пособие. Санкт-Петербург, 2011. 72 с.
29. Пат. 32271 Республика Казахстан, МПК C12M 15/00 (2006.01), C07H 21/04 (2006.01). Способ экстракции геномной ДНК, обогащенной последовательностями генов / Р. Н. Календарь, О. Н. Хапилина, А. А. Аменов, Д. С. Тагиманова; РГП «Национальный центр биотехнологии»; заявл. 5.01.2016; опубл. 31.07.2017, Бюл. № 14. С. 98.
30. Turzhanova A., Rukavitsyna I., Khapilina O., Kalendar R. Optimization of DNA extraction from filamentous fungi *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. // Eurasian Journal of Applied Biotechnology. 2018. Vol. 3. Pp. 1–9. DOI: 10.11134/btp.3.2018.4.
31. Peakall R., Smouse P. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research an update // Bioinformatics. 2012. Vol. 28. Pp. 2537–2539. DOI: 10.1093/bioinformatics/bts460.
32. Khosa J., McCallum J., Dhatt A., Macknight R. Enhancing onion breeding using molecular tools // Plant Breeding. 2015. Vol. 135. Pp. 9–20. DOI: 10.1111/pbr.12330.
33. Guo L., Xu L., Zheng W., Hyde K. Genetic variation of *Alternaria alternata*, an endophytic fungus isolated from *Pinus tabulaeformis* as determined by random amplified microsatellites (RAMS) // Fungal Diversity. 2004. Vol. 16. Pp. 53–65.
34. Yang N., Ma G., Chen K., Wu X. The Population Genetics of *Alternaria tenuissima* in Four Regions of China as Determined by Microsatellite Markers Obtained by Transcriptome Sequencing // Frontiers in Microbiology. 2018. Vol. 9. Pp. 1–15. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02904.
35. Andeden E., Baloch F., Derya M. iPBS-Retrotransposons-based genetic diversity and relationship among wild annual *Cicer* species // Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology. 2013. Vol. 22. Pp. 453–466. DOI: 10.1007/s13562-012-0175-5.
36. Bayraktar H., Dolar F. Molecular Identification and Genetic Diversity of *Fusarium* species Associated with Onion Fields in Turkey // Journal of Phytopathology. 2010. Vol. 159 (1). Pp. 28–34. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2010.01715.x.
37. Özer G., Bayraktar H., Baloch F. iPBS retrotransposons “A Universal Retrotransposons” now in molecular phylogeny of fungal pathogens // Biochemical Systematics and Ecology. 2016. Vol. 68. Pp. 142–147. DOI: 10.1016/j.bse.2016.07.006.

Об авторах:

Оксана Николаевна Хапилина¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геномики растений и биоинформатики, ORCID 0000-0002-7256-568, AuthorID 57194829297; +7 705 749-14-75, oksfur@mail.ru
 Айнура Сериковна Туржанова¹, магистр технических наук, научный сотрудник лаборатории геномики растений и биоинформатики, ORCID 0000-0001-6205-9292, AuthorID 57216895766; +7 775-536-95-42, turzhanova-ainur@mail.ru
 Олеся Борисовна Райзер¹, магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории геномики растений и биоинформатики, ORCID 0000-0003-0754-3342, AuthorID 57216895212; +7 777 880-12-02, 2008olesya@mail.ru
 Руслан Николаевич Календарь¹, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией геномики растений и биоинформатики, ORCID 0000-0003-3986-2460, AuthorID 6602789279; +7 705 114-88-85, ruslan.kalendar@mail.ru

¹ Национальный центр биотехнологии, Нур-Султан, Республика Казахстан

Isolation and PBS differentiation of isolates *Alternaria* spp.

O. N. Khapilina¹, A. S. Turzhanova¹, O. B. Raizer[✉], R. N. Kalendar¹

¹ National Center for Biotechnology, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

✉ E-mail: 2008olesya@mail.ru

Abstract. The purpose of the study. Isolation of *Alternaria* sp. and their PBS differentiation. The article presents the results of isolation of phytopathogenic fungi of the genus *Alternaria* spp. from wheat plants and their genetic differentiation using iPBS (Inter Primer Binding Site Polymorphism) analysis. As a result of monitoring studies, it was shown that the fungi *Alternaria* spp. are the dominant component of the pathocomplex of fungi affecting the embryonic zone of seeds and ears of wheat in the northern regions of Kazakhstan. The pathocomplex of *Alternaria* is formed by isolates of *A. alternata*, *A. infectoria*, and *A. tenuissima*. **Methods.** Genetic differentiation of the isolates was performed using iPBS analysis. This method is based on the use of conserved sequences of tRNA binding sites (Primer Binding Sites) as PCR primers. This method is versatile and effective for the direct detection of polymorphism between individuals; therefore, PBS primers can be used in almost any organism, including fungi. **Results.** Analysis of the PBS primers showed that they all have high resolution in the differentiation of *Alternaria* spp. The obtained amplification products showed high variability among isolates, both within one species and at the inter-species level. The level of detectable polymorphism varied from 47.43 % to 80.81 %, with an average of 61 %. The size of the amplified PCR fragments ranged from 200 to 3000 bp; on average, amplification was observed from 5 to 15 bands per isolate. **Practical significance.** This work made it possible to obtain new data on the genetic diversity of *Alternaria* phytopathogenic fungi for the subsequent development of a strategy for plant protection against *Alternaria*.

Keywords: wheat, isolate, *Alternaria* sp., phytopathogen, alternarioz, PCR, molecular markers, iPBS, amplification.

For citation: Khapilina O. N., Turzhanova A. S., Rayzer O. B., Kalendar R. N. Vydelenie i PBS-differentsiatsiya izolyatov *Alternaria* spp. [Isolation and PBS differentiation of isolates *Alternaria* spp.] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 64–72. DOI:10.32417/1997-4868-2020-201-10-64-72. (In Russian.)

Paper submitted: 02.09.2020.

References

1. Agency for statistics of RK [e-resource]. URL: <http://stat.gov.kz> (appeal date: 03.08.2020).
2. Gannibal F. B. Al'ternarioz zerna – sovremennyy vzglyad na problem [Alternaria grain disease – a modern view of the problem] // Zashchita i karantin rasteniy. 2014. No. 6. Pp. 11–15. (In Russian.)
3. Lee H. B., Patriarca A., Magan N. Alternaria in Food: Ecophysiology, Mycotoxin Production and Toxicology // Mycobiology. 2015. Vol. 43. No. 2. Pp. 93–106. DOI: 10.5941/MYCO.2015.43.2.93.
4. Gannibal P., Logrieco, A., Moretti, A., Solfrizzo, M. Alternaria toxins and plant diseases: an overview of origin and occurrence // World Mycotoxin Journal. 2009. Vol. 2. Pp. 129–140.
5. Thomma B. P. H. J., Alternaria spp.: from general saprophyte to specific parasite // Molecular Plant Pathology. 2003. Vol. 4. No. 4. Pp. 225–236.
6. Huybrechts I., De Ruyck K., De Saeger S., De Boevre M. Uniting large-scale databases to unravel the impact of chronic multi-mycotoxins exposures on colorectal cancer incidence in Europe // China Agricultural Science and Technology Press: proceedings of the 2nd MycoKey International Conference. Wuhan, 2018. Pp. 181–183.
7. Castañares E., Pavicich M. A., Dinolfo M. I., Moreyra F., Stenglein S. A., Natural occurrence of Alternaria mycotoxins in malting barley grains in the main producing region of Argentina // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 100. Pp. 1004–1011. DOI: 10.1002/jsfa.10101.
8. Lawrence D., Rotondo F., Gannibal F. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus Alternaria // Mycological Progress. 2016. Vol. 15. Pp. 1–22. DOI: 10.1007/s11557-015-1144-x.
9. Somma S., Amatulli M. T., Masiello M., Logrieco A. Alternaria species associated to wheat black point identified through a multilocus sequence approach // International Journal of Food Microbiology. 2019. Vol. 293. Pp. 34–43.
10. Pavón M. Á., López-Calleja I. M., González I., Martín R., García T. Targeting Conserved Genes in Alternaria Species // Mycotoxigenic Fungi. 2017. Vol. 1542. Pp. 123–129.
11. Levitin M., Gulyaeva E., Gagkaeva T., Gannibal P. Population studies of fungi causing the diseases of grain crops // Plant Protection News. 2019. Vol. 4. No. 102. Pp. 5–16. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16.
12. Woudenberg J., Merwe N., Jurjević Ž., Groenewald J., Crous P. Diversity and movement of indoor Alternaria alternata across the mainland USA // Fungal Genetics and Biology. 2015. Vol. 81. Pp. 62–72. DOI: 10.1016/j.fgb.2015.05.003.
13. Badotti F., de Oliveira F., Garcia C., Vaz A., Fonseca P., Nahum L., Góes-Neto A. Effectiveness of ITS and sub-regions as DNA barcode markers for the identification of Basidiomycota (Fungi) // BMC Microbiology. 2017. Vol. 17 (1). DOI: 10.1186/s12866-017-0958-x.
14. Andersen B., Nielsen K., Fernández Pinto V., Patriarca A. Characterization of Alternaria strains from Argentinean blueberry, tomato, walnut and wheat // International Journal of Food Microbiology. 2015. Vol. 196. Pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.11.029.
15. Andrew M., Peever T., Pryor B. An expanded multilocus phylogeny does not resolve morphological species within the small-spored Alternaria species complex // Mycologia. 2009. Vol. 101. No. 1. Pp. 95–109. DOI: 10.3852/08-135.
16. Sun S., Yadav V., Billmyre R., Cuomo C., Nowrousian M., Wang L., Fungal genome and mating system transitions facilitated by chromosomal translocations involving intercentromeric recombination // PLoS Biology. 2017. Vol. 15 (8). DOI: 10.1371/journal.pbio.2002527.
17. Mehrabi R., Mirzadi Gohari A., Kema G. Karyotype Variability in Plant-Pathogenic Fungi // Annual Review of Phytopathology. 2017. Vol. 55. No. 1. Pp. 483–503. DOI: 10.1146/annurev-phyto-080615-095928.
18. Ohama N., Sato H., Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K. Transcriptional Regulatory Network of Plant Heat Stress Response // Trends in Plant Science. 2017. Vol. 22. No. 1. Pp. 53–65. DOI: 10.1016/j.tplants.2016.08.015.
19. Fouché S., Badet T., Oggenfuss U., Plissonneau C., Francisco C. S. Croll D. Stress-driven transposable element de-repression dynamics in a fungal pathogen // bioRxiv. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1101/633693>.
20. Kalendar R., Antonius K., et al. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation // Theoretical and Applied Genetics. 2010. Vol. 121. No. 8. Pp. 1419–1430. DOI: 10.1007/s00122-010-1398-2.
21. Kalendar R., Schulman A.H. Transposon-Based Tagging: IRAP, REMAP, and iPBS // Molecular Plant Taxonomy. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols). Totowa, New Jersey: Humana Press, 2014. Vol. 1115. Pp. 233–255. DOI: 10.1007/978-1-62703-767-9_12.
22. Kalendar R. N., Aizharkyn K. S., Khapilina O. N., Amenov A. A., Tagimanova D. S. Plant diversity and transcriptional variability assessed by retrotransposon-based molecular markers // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. Vol. 21 (1). Pp. 128–134. DOI: 10.18699/VJ17.231.
23. Borna F., Luo S., Ahmad N., Nazeri V., Shokrpour M., Trethowan R. Genetic diversity in populations of the medicinal plant Leonurus cardiaca L. revealed by inter-primer binding site (iPBS) markers // Genetic Resources and Crop Evolution. 2016. Vol. 64. Pp. 479–492. DOI: 10.1007/s10722-016-0373-4.

24. Ozer G., Bayraktar H. Genetic diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cumini* isolates analyzed by vegetative compatibility, sequences analysis of the rDNA IGS region and iPBS retrotransposon markers // *Journal of Plant Pathology*. 2018. Vol. 100. Pp. 225–232. DOI: 10.1007/s42161-018-0063-5.
25. Škipars V., Siaredzich M., Belevich V., Bruņeviča N., Brūna L., Ruņģis D. Genetic differentiation of *Phoma* sp. isolates using retrotransposon-based iPBS assays // *Environmental and Experimental Biology*. 2018. Vol. 16. Pp. 307–314. DOI: 10.22364/eeb.16.22.
26. Wu J., Xie X., Shi Y., Chai A., Wang Q., Li B. Analysis of pathogenic and genetic variability of *Corynespora cassicola* based on iPBS retrotransposons // *Canadian Journal of Plant Pathology*. 2019. Vol. 41. Pp. 76–86. DOI: 10.1080/07060661.2018.1516239.
27. Barbarosh V. Fitopatologicheskaya ekspertiza semyan [Phytopathological examination of seeds] // *Zashchita i karantin rasteniy*. 2004. No. 2. Pp. 20–21. (In Russian.)
28. Gannibal F. B. Monitoring al'ternariozov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i identifikatsiya gribov roda *Alternaria*: metodicheskoe posobie [*Alternaria* monitoring of agricultural crops and identification of fungi of the genus *Alternaria*: a methodological guide]. St. Petersburg, 2011. 72 p. (In Russian.)
29. Pat. 32271 The Republic of Kazakhstan, MPK C12M 15/00 (2006.01), C07H 21/04 (2006.01). Sposob ekstraksii genomnoy DNK, obogashchennoy posledovatel'stvyami [Method for the extraction of sequence-enriched genomic DNA] / R. N. Kalendar, O. N. Khapilina, A. A. Amenov, D. S. Tagimanova; RSE "National Center for Biotechnology"; declared 01.05.2016; publ. 07.31.2017. Bull. No. 14. 98 p. (In Russian.)
30. Turzhanova A., Rukavitsyna I., Khapilina O., Kalendar R. Optimization of DNA extraction from filamentous fungi *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. // *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*. 2018. Vol. 3. Pp. 1–9. DOI: 10.11134/btp.3.2018.4.
31. Peakall R., Smouse P. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research an update // *Bioinformatics*. 2012. Vol. 28. Pp. 2537–2539. DOI: 10.1093/bioinformatics/bts460.
32. Khosa J., McCallum J., Dhatt A., Macknight R. Enhancing onion breeding using molecular tools // *Plant Breeding*. 2015. Vol. 135. Pp. 9–20. DOI: 10.1111/pbr.12330.
33. Guo L., Xu L., Zheng W., Hyde K. Genetic variation of *Alternaria alternata*, an endophytic fungus isolated from *Pinus tabulaeformis* as determined by random amplified microsatellites (RAMS) // *Fungal Diversity*. 2004. Vol. 16. Pp. 53–65.
34. Yang N., Ma G., Chen K., Wu X. The Population Genetics of *Alternaria tenuissima* in Four Regions of China as Determined by Microsatellite Markers Obtained by Transcriptome Sequencing // *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. Pp. 1–15. DOI: 10.3389/fmicb.2018.02904.
35. Andeden E., Baloch F., Derya M. iPBS-Retrotransposons-based genetic diversity and relationship among wild annual *Cicer* species // *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 2013. Vol. 22. Pp. 453–466. DOI: 10.1007/s13562-012-0175-5.
36. Bayraktar H., Dolar F. Molecular Identification and Genetic Diversity of *Fusarium* species Associated with Onion Fields in Turkey // *Journal of Phytopathology*. 2010. Vol. 159 (1). Pp. 28–34. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2010.01715.x.
37. Özer G., Bayraktar H., Baloch F. iPBS retrotransposons "A Universal Retrotransposons" now in molecular phylogeny of fungal pathogens // *Biochemical Systematics and Ecology*. 2016. Vol. 68. Pp. 142–147. DOI: 10.1016/j.bse.2016.07.006.

Authors' information:

Oksana N. Khapilina¹, candidate of biological sciences, leading researcher of laboratory of plant genomics and bioinformatics, ORCID 0000-0002-7256-568, AuthorID 57194829297; +7 705 749-14-75, oksfur@mail.ru

Ainur S. Turzhanova¹, master of engineering science, researcher of laboratory of plant genomics and bioinformatics, ORCID 0000-0001-6205-9292, AuthorID 57216895766; +7 775-536-95-42, turzhanova-ainur@mail.ru

Olesya B. Raizer¹, master of agricultural sciences, researcher of laboratory of plant genomics and bioinformatics, ORCID 0000-0003-0754-3342, AuthorID 57216895212; +7 777 880-12-02, 2008olesya@mail.ru

Ruslan N. Kalendar¹, candidate of biological sciences, associate professor, head of the laboratory of plant genomics and bioinformatics, ORCID 0000-0003-3986-2460, AuthorID 6602789279; +7 705 114-88-85, ruslan.kalendar@mail.ru

¹ National Center for Biotechnology, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Креативное управление кадрами регионального АПК в условиях макроэкономической нестабильности

К. П. Стожко^{1✉}, Д. К. Стожко²

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: kostskp@mail.ru

Аннотация. Целью исследования является анализ и оценка креативных инновационных технологий управления кадрами предприятий АПК в условиях макроэкономической нестабильности и неопределенности. Развитие инновационных технологий выступает важным условием формирования креативного менеджмента персонала предприятий. В условиях перехода к новому технологическому укладу и современной научно-промышленной революции возникают и получают свое развитие принципиально новые технологии управления человеческими ресурсами. Современное общество – это общество нового типа, «общество риска». Поэтому креативный менеджмент включает в себя не только инновационные подходы к решению задач кадровой политики, но и новые технологии работы с рисками. В условиях нарастающей макроэкономической нестабильности и неопределенности креативное управление кадрами представляет собой риск-ориентированную практику подбора, расстановки и организации работы специалистов, развития их профессиональных качеств. **Методы исследования.** В исследовании использованы методы структурно-функционального, программно-целевого и компаративного анализа. Предметом исследования являются новые технологии риск-ориентированного креативного управления персоналом предприятий АПК. Объектом исследования является система управления кадрами как составной элемент системы социально-трудовых отношений. **Результаты исследования.** Выявлены основные факторы макроэкономической нестабильности и неопределенности. Дана развернутая классификация существующих кадровых рисков. Раскрыты особенности и проанализирована практика новых технологий кадрового менеджмента (блокчейн, краудстаффинг, краудфандинг, краудсорсинг и др.). Показаны сложности адаптации креативных технологий кадрового менеджмента к современным условиям. Аргументирован тезис о целесообразности развития практики трудового самоуправления на современных предприятиях. **Научная новизна.** Сформулирована и аргументирована авторская трактовка сущности креативного менеджмента персонала, раскрыто его отличие от инновационного менеджмента. Показано важнейшее проявление креативности менеджмента персонала, связанное с управлением кадровыми рисками в условиях макроэкономической нестабильности.

Ключевые слова: кадры, креативный менеджмент, макроэкономическая нестабильность, риски, устойчивое развитие.

Для цитирования: Стожко К. П., Стожко Д. К. Креативное управление кадрами регионального АПК в условиях макроэкономической нестабильности // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 73–83. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-73-83.

Дата поступления статьи: 20.07.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

В настоящее время мировая экономика переживает новую парадигму в своем развитии. Суть ее заключается в переосмыслении содержания прежней идеи устойчивого развития хозяйства и ориентации субъектов хозяйственной деятельности на принципиально новые условия, суть которых состоит в быстрых изменениях [1, с. 183]. Экономика, по определению, представляет собой многофакторную и высокорисковую модель развития, в которой разные факторы по-разному влияют на ее состояние. Именно поэтому экономисты рассматривают экономическую систему двояко: в стадии покоя (равновесия) и в стадии развития (движения). Поскольку изменения в экономике происходят все чаще и решительнее, необходимы новые технологии управления такими изменениями. Важнейшим направлением развития таких технологий является кадровая политика предприятий. Целью исследования является

анализ и оценка креативных инновационных технологий управления кадрами предприятий АПК в условиях макроэкономической нестабильности и неопределенности.

Методология и методы исследования (Methods)

В исследовании использованы методы структурно-функционального, программно-целевого и компаративного анализа. Предметом исследования являются новые технологии риск-ориентированного креативного управления персоналом предприятий АПК. Объектом исследования является система управления кадрами как составной элемент системы социально-трудовых отношений.

Результаты (Results)

Инновационные технологии в сфере управления кадрами появляются в связи с изменением наших представлений о самом работнике, о его личности, характере, возможностях и функциях. Эти изменения представлены в таблице 1.

Таблица 1
Трансформация представлений о работнике

Критерий	Человек экономический (homo economicus)	Человек социальный (homo socium)	Человек ответственный (homo responsibility)	Человек творческий (homo creativity)
Тип общества	Индустриальное общество	Постиндустриальное общество	Технотронное общество	Общество риска
Главная ценность предприятия	Техника, технология	Социальная инженерия, система управления	Производственная дисциплина	Творческий потенциал личности, профессионализм
Основной вид труда	Физический труд	Коллективный труд	Персональный труд	Интеллектуальный труд
Главное в системе мотивации	Денежное вознаграждение	Общественное признание	Исполнение долга	Самореализация личности
Главная цель предприятия	Экономическая эффективность	Социальная эффективность	Организационная эффективность	Личностное развитие
Механизм регулирования действий персонала	НОТ	Корпоративная культура	КСО	Трудовое самоуправление
Научные концепции (авторы)	Ф. Тейлор, Г. Файоль, Л. Урвик	Э. Мейо, М. Фоллет, У. Браун	Э. Фриман, М. Клерксон, Дж. Элкингтон	Ф. Герцберг, А. Ансофф, Д. Норт

Table 1
Transforming employee perceptions

Criterion	Economic man (homo economicus)	Social man (homo socium)	Responsible man (homo responsibility)	Creative man (homo creativity)
Society type	Industrial society	Post-industrial society	Technotronic society	Risk society
The main value of the enterprise	Technique, technology	Social engineering, control system	Production discipline	Creative potential of the individual, professionalism
The main type of labor	Physical work	Collective labor	Personal labor	Intellectual work
The main thing in the motivation system	Monetary reward	Public acceptance	Discharge of duty	Self-realization of personality
The main goal of the enterprise	Economic efficiency	Social efficiency	Organizational effectiveness	Personal development
Mechanism for regulating personnel actions	NOT	Corporate culture	CSR	Labor self-government
Scientific concepts (authors)	F. Taylor, G. Faill, L. Urvik	E. Mayo, M. Follett, W. Brown	E. Freeman, M. Clarkson, J. Elkington	F. Herzberg, A. Ansoff, D. North

На содержание и особенности современных технологий оказывают свое влияние разные экзогенные и эндогенные факторы, среди которых можно назвать следующие:

1) сохранение кризисной ситуации в мировой и отечественной экономике;

2) нарастание общей макроэкономической нестабильности, неопределенности и турбулентности.

Среди специальных факторов, определяющих характер и динамику разработки и внедрения инновационных технологий управления кадрами, необходимо отметить следующие причины:

1) произошедшая еще в середине XX века «революцию управляющих», в результате которой произошло отделение капитала-собственности от капитала-функции [2]. К текущему моменту она исчерпала свой потенциал и привела к колоссальной бюрократизации управления;

2) низкое качество современной системы управления национальной экономикой, которое не соответствует вызовам времени. Непрофессионализм в системе управления стал причиной того, что из 144 государств, входящих в ОЭСР (Организация сотрудничества и развития) Российская Федерация занимает 53 место по уровню конкурентоспособности национальной экономики [1, с. 181];

3) несоответствие уровня оплаты труда менеджмента качеству самого управления;

4) имитация инновационных технологий управления персоналом, их отрыв от реальных условий организации и осуществления труда;

5) коррупция в системе управления и ее хабиутализация [3];

6) неадаптированность ряда импортируемых социальных инженерий и управленческих технологий к российским условиям, не учитывающим особенности российской культуры, менталитета россиян.

В целом такую ситуацию можно охарактеризовать как *проктопию* (термин Э. Тоффлера), которая объективно мешает устойчивому социально-экономическому развитию.

Концепт «устойчивого развития» появился в 70-х годах XX века. Однако прошла четверть века с момента появления «Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» и Указа Президента РФ «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (1996). На текущий момент российская экономика в целом и аграрная экономика в частности оказались в ус-

ловиях неуклонно растущих рисков, неопределенности и нестабильности. Серьезными препятствиями для перехода российской экономики к устойчивому развитию стали деформация интеграционных процессов в мировой экономике и политика санкций со стороны ряда крупных западных держав [4]. Существуют и другие системные факторы, связанные с колоссальным физическим и моральным износом основных фондов и инфраструктуры. Например, высокая степень амортизационного износа земли как экономического ресурса и инфраструктуры современного АПК [5].

Тем не менее научная разработка и практическая апробация инновационных технологий продолжаются. Это обусловлено переходом современного общества к ново-

му технологическому укладу и новой (четвертой) промышленной и научной революцией [6]. Изменился и тип самого общества. Современное общество постепенно превратилось из постиндустриального (Д. Белл) и технотронного (З. Бжезинский) в «общество риска» (У. Бек). Рисками считаются вероятные угрозы человеку, которые порождаются экзогенными и эндогенными причинами. Особую роль играют кадровые риски, под которыми понимаются угрозы, складывающиеся в условиях макроэкономической турбулентности не только для предприятий, но и непосредственно для самих работников (с фр. *cadre* – «личное»). Правомерно выделение кадровых рисков в качестве самостоятельных рисков, классификация которых представлена в таблице 2.

Таблица 2
Классификация кадровых рисков

Признак	Виды кадровых рисков	Описание рисков
По функциям управления	Риски планирования	Ошибки в разработке кадровой политики, ошибки планирования потребностей и требований к персоналу
	Риски отбора персонала	Риски, связанные с привлечением, подбором, наймом, адаптацией, ротацией, сокращением и другими формами увольнения персонала
	Риски оценки персонала	Риски, связанные с оценкой персонала и формированием кадрового резерва компании
	Риски развития персонала	Риски, связанные с реализацией внутренних и внешних форм обучения, управлением профессиональной карьерой
	Трудовые риски	Риски, связанные с аутстаффингом, системами стимулирования, организацией и эргономикой труда
	Риски мотивации	Риски, связанные с моральной и иными формами нематериальной мотивации персонала
	Риски культуры	Риски, связанные с организационной культурой, корпоративными мероприятиями по поддержке командного духа
По видам потерь	Финансовые	Риски, связанные с утратой денежных средств
	Информационные	Риски, связанные с утечкой коммерческой информации
	Материально-технические	Риски, связанные с ущербом объектам материально-технической базы компании
	Моральные	Риски нанесения морального ущерба сотрудникам или имиджу компании вследствие распространения недобросовестной информации
	Квалификационные	Риски утраты сотрудниками знаний, умений и навыков или их недополучения в ходе повышения квалификации
	Кадровые	Риски потери ключевых сотрудников в результате увольнений, потери трудоспособности или смерти
По возможности диверсификации	Системные Специфические	Риски, связанные с конкретными кадровыми решениями (принять, обучить, переместить, сократить)
По периоду действия	Краткосрочные	Использование механизмов распределения ущерба
	Долгосрочные	Требуется капитализация средств для возмещения ущерба
По степени предсказуемости	Ожидаемые	Риски потери трудоспособности по старости
	Прогнозируемые	Риски профессиональных заболеваний и в связи с материнством
	Непредвиденные	Риски, вызванные катастрофическими внешними событиями
По степени допустимости	Минимальные	Характеризуется уровнем возможных потерь прибыли не более 25 %
	Повышенные	Допустимые потери расчетной прибыли 25–50 %
	Критические	Потери прибыли могут возникнуть в диапазоне 50–75 %
	Недопустимые	Коэффициент риска в 75–100 % находится в зоне угрозы банкротства

Table 2
Classification of personnel risks

Sign	Types of HR risks	Description of risks
By function of management	Planning risks	Errors in the development of personnel policy, errors in planning needs and requirements for personnel
	Personnel selection risks	Risks associated with attraction, selection, recruitment, adaptation, rotation, reduction and other forms of dismissal of personnel
	Personnel assessment risks	Risks associated with personnel assessment and the formation of the company's talent pool
	Personnel development risks	Risks associated with the implementation of internal and external forms of training, professional career management
	Labor risks	Risks associated with outstaffing, incentive systems, organization and work ergonomics
	Motivation risks	Risks associated with moral and other forms of non-material motivation of personnel
	Culture risks	Risks associated with organizational culture, corporate events to support team spirit
By types of losses	Financial	Risks associated with loss of funds
	Information	Risks associated with leakage of commercial information
	Material and technical	Risks associated with damage to facilities of the company's material and technical base
	Moral	Risks of moral damage to employees or the company's image due to the dissemination of unfair information
	Qualifying	Risks of loss of knowledge, skills and abilities by employees or their lack during professional development
	Personnel	Risks of loss of key employees as a result of layoffs, disability or death
Where possible diversification	Systemic	Risks associated with specific personnel decisions (accept, train, relocate, reduce)
	Specific	
By the period of action	Short	Use of damage sharing mechanisms
	Long term	Capitalization of funds required to compensate for damage
By the degree of predictability	Expected	Disability risks due to old age
	Projected	Risks of occupational diseases and in connection with maternity
	Unexpected	Risks caused by catastrophic external events
By degree of admissibility	Minimal	It is characterized by a level of possible profit losses of no more than 25 %
	Elevated	Permissible loss of estimated profit 25–50 %
	Critical	Profit losses can occur in the range of 50–75 %
	Invalid	A risk ratio of 75–100 % is in the bankruptcy threat zone

Для предотвращения или минимизации кадровых рисков в настоящее время используется ряд относительно новых технологий управления персоналом и выполнения управленческих функций: краудстаффинг; краудсорсинг; краудфандинг.

Краудстаффинг представляет собой наем лояльной администрации предприятий рабочей силы, привлечение внешних работников к осуществлению определенных управленческих функций. Например, в качестве экспертов, инспекторов, арбитров, потребителей и т. д. Такая технология призвана дать администрации независимую оценку тех или иных результатов ее деятельности. Но поскольку она основана на использовании только лояльных работников, непредвзятая и объективная оценка оказывается проблематичной.

Краудсорсинг представляет собой практику передачи администрацией предприятия или учреждения отдельных функций работы с кадрами сторонним структурам (организациям, учреждениям, конкретным менеджерам). Результатом такой практики может служить, например, передача функции подбора персонала рекрутинговым компаниям, работающим с конкретными предприятиями

(на основе как официального договора, так и публичной оферты – неформального соглашения). Примером краудсорсинга может служить и практика назначения внешнего управляющего, конкурсного управляющего, арбитражного управляющего и т. д. Например, передача функции по реализации тех или иных материальных или финансовых ресурсов предприятия на аукционе, конкурсе и иных торгах.

В определенном смысле краудсорсинг напоминает аутсорсинг – практику передачи непрофильных для организации функций сторонним специализированным структурам (субъектам).

Краудфандинг представляет собой практику привлечения собственных сотрудников в качестве соинвесторов при финансировании и реализации тех или иных управленческих решений. В качестве таковых могут выступать, например, администрация высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов и авторы научных журналов, сборников или монографий, которые осуществляют совместное финансирование проекта «на паях». Это может быть практика паритетных отношений и дотационного финансирования. Ярким примером такого кра-

удфандинга является также закупка оргтехники или осуществление текущего ремонта совместными силами (усилиями) администрации и работников.

Такое совместное участие вроде бы призвано обеспечить более устойчивое развитие предприятий. Но в силу крайне низкого уровня доходов работников краудтфандинг не находит своего широкого применения в российской практике. Этому способствует и огромное социально-экономическое неравенство, сложившееся в современном российском обществе. И хотя существует несколько типов краудфандинговых площадок [7], данная практика в большей степени используется на Западе [8].

Существуют и другие «новаторские» технологии. Например, технология так называемых «эффективных контрактов» и «умных контрактов». Однако до сих пор нет единых критериев оценки персонала в рамках таких контрактов, а их показатели и требования часто носят формальный и необоснованный характер. При внесении через такие контракты дополнительных обременений и ограничений в отношении между менеджментом и работниками предприятие порой оказывается перед лицом дихотомии – антагонистического (непримиримого) противоречия со своим персоналом.

Практическим итогом такой дихотомии могут служить пассивные (уход по собственному желанию, рост текучести кадров и т. д.) и активные (забастовки, локауты, судебные иски и др.) формы социальной оппозиции наемных работников. По мере расширения практики использования так называемых «эффективных контрактов» в стране уже развернулось целое массовое движение против данной практики. И оно будет нарастать до тех пор, пока администрация не прекратит нарушать законные права работников и действующие нормы права, по отношению к которым все административно-нормативные установки носят вторичный характер.

Еще одним образцом инновационных технологий в сфере кадрового менеджмента является практика *блокчейна*. Данная технология представляет собой непрерывную систему фиксирования данных, которые не удаляются по мере изменения системы, а только дополняются (с англ. *blockchain* – «цепочка блоков»). В основе данной технологии лежат три главных принципа: открытость, системность (распределенность) и защищенность. Об этой технологии начали говорить в начале 90-х годов XX века, но активное ее обсуждение получило развитие только с 2008 года. Позднее этим термином стали обозначать любые транзакции (в том числе и в сфере трудовых отношений), которые основывались на ведении постоянного параметрического банка данных.

Иными словами, блокчейн – это непрерывное электронное досье, фиксирующее все параметры объекта и сделки с ним. Оно в определенном смысле может быть рассмотрено как клиентская база с тем лишь дополнением, что на каждого потенциального кандидата (клиента) заведено досье, в котором постоянно накапливается (а не уничтожается) информация.

Для эффективного использования данной технологии необходимы определенные условия. Среди них интернет, система защиты, заинтересованность различных сторон в

использовании блокчейна, необходимость в техническом обеспечении вычислительной мощности, потребность в едином универсальном подходе к реализации блокчейна, кросс-функциональный характер использования, большие масштабы решаемых проблем, развитие профессиональных сообществ, наличие разных видов блокчейна [10, с. 489].

Развитие технологии блокчейна неизбежно меняет характер системы управления трудовыми ресурсами. И не только персонала предприятия, т. е. функционирующих работников, но и управление именно ресурсами, т. е. потенциальной рабочей силой, сведения о которой уже содержатся в блокчейне. По сути, это определенный электронный банк данных, использование которого может не только существенно ускорить подбор и расстановку кадров, поиск необходимых специалистов, но и сформировать принципиально новые модели бизнеса.

Применение технологии блокчейна ведет к изменениям в организационной структуре предприятий:

- 1) минимизируются потребности в содержании части управленческого аппарата, так как отпадает потребность в оформлении документов;
- 2) пропадает потребность в посредниках на рынке (банки, агенты, перевозчики, риелторы, представители и т. д.);
- 3) возрастает уровень доверия при личном участии в транзакции (без посредников), который будет подтверждаться и в дальнейшем;
- 4) появляется возможность использования смарт-контракта для осуществления единичной (разовой) транзакции.

Наконец, технология блокчейна может использоваться по следующим направлениям:

- 1) проверка и поддержка уровня образования и эффективности работника;
- 2) повышение производительности труда за счет его автоматизации и компьютеризации;
- 3) повышение мобильности персонала и управления им;
- 4) поиск кандидатов на вакантные должности и переговоры с ними;
- 5) противодействие мошенничеству в области организации труда со стороны работников и работодателей [10, с. 491].

Конкретным инструментом при реализации технологии блокчейна становится не обычный трудовой договор, к которому все привыкли, а так называемый умный контракт – компьютерный протокол, используемый для оформления транзакции (сделки по трудоустройству). [11].

Подобно умному дому, в котором все процессы жизнеобеспечения полностью автоматизированы, умный контракт автоматически предполагает сохранение баланса интересов между работодателем и работником.

Это предполагает своевременную индексацию заработной платы, юридическое сопровождение действий работника, его социальную защиту, мониторинг изменений во внешней и внутренней среде предприятия.

Однако использование блокчейн-технологии в сфере управления трудовыми ресурсами имеет и определенные

недостатки. Во-первых, это потенциальный доступ третьих лиц к личным данным. Хакерские технологии давно сделали такие цепочки блоков слабо защищенными от взлома и проникновения. Соответственно, опубликование каких-либо сведений о том или ином работнике или кандидате на должность может нанести ущерб как самому человеку, так и предприятию. Например, обнародование информации о судимости (даже погашенной) или о скандальном разводе и т. д. могут обрушить имидж предприятия или рейтинг компании.

Во-вторых, накопление устаревшей информации ведет к увеличению массива такой информации и усложняет ее обработку. В такой ситуации может возникнуть неопределенность. Принято считать, что неопределенность есть результат недостаточной или несвоевременной информации либо дезинформации. Но точно так же неопределенность может возникнуть в силу переизбытка информации и невозможности ее своевременной и качественной обработки (например, необходимость длительной проверки). Соответственно, меняется и динамика управления трудовыми ресурсами. Затраты времени со стороны менеджмента на проверку и перепроверку большого числа параметров могут привести к потере ценных кадров либо к их преднамеренной дискредитации. Появление сомнений или подозрений – точно такой же вирус в системе управления трудовыми ресурсами предприятия, как и открытое недоверие или даже служебное злоупотребление.

Точное определение неопределенности приводят М. Мескон, М. Альберт и Ф. Хедоури, когда утверждают, что «неопределенность внешней среды является функцией количества информации, которой располагает организация (или лицо) по поводу конкретного фактора, а также функцией уверенности в этой информации» [12, с. 118].

В-третьих, рост масштабов и объемов информации ставит перед системой управления трудовыми ресурсами предприятия острую проблему правильной ее интерпретации. Руководитель должен уметь правильно интерпретировать ситуацию. Необходимо правильно определить, какие факторы являются наиболее важными в данной ситуации и какой вероятный эффект может повлечь за собой изменение одной или нескольких переменных.

Таким образом, накопление информации в случае использования технологии блокчейна создает информационную перегрузку, когда волны информации «захлестывают восприятие», что, естественно, создает новые риски и во внутренней среде предприятия. Эта нагрузка касается:

- 1) состава и количественных показателей трудовых ресурсов предприятия;
- 2) взаимосвязи между формированием и эффективностью использования работников;
- 3) инструментария управления трудовыми ресурсами предприятия;
- 4) условий управления трудовыми ресурсами предприятий;
- 5) критериев принятия управленческих решений;
- 6) соотношения экономических и гуманистических целей предприятия;
- 7) набора, расстановки и аттестации кадров на предприятии;

8) сегментации трудовых ресурсов и планирования их использования.

При этом влияние, оказываемое информационной перегрузкой на управление трудовыми ресурсами предприятия, ведет к росту бумажной работы, формализации управления, волоките, а в конечном счете – к диффузии требований, которые администрация предприятия предъявляет своим работникам. Так называемые экстрафункциональные требования, куда входят ожидания, связанные с поведением, не касающиеся выполнения конкретных трудовых задач, являются крайне сложными для их развернутого определения. Это оставляет широкое поле для волюнтаризма и злоупотреблений со стороны администрации предприятия. Одно дело, когда такие трансфункциональные требования касаются элементов корпоративной культуры (вежливость, пунктуальность, отзывчивость, честность, приветливость и т. д.). И совершенно другое дело, когда они связаны с доношением, раболепием, подхалимством, конформизмом и др. В такой ситуации еще больше возрастают риски и неопределенность. Но и тогда, когда «действие сопряжено с риском, сбор дополнительной информации служит оправданием для бездействия». Тогда видимость работы подменяет саму работу, показательная активность заменяет реальную инициативу, а вместо обновления и развития система управления деградирует и разлагается.

Ярким проявлением такой деградации системы управления трудовыми ресурсами на предприятии является практика закручивания гаек, усиление контроля со стороны менеджмента над деятельностью работников. Под самыми благовидными предлогами администрация предприятий применяет технологии слежения за работниками (камеры в цехах, офисах, аудиториях), использует сексотов (секретных сотрудников) для сбора информации о конкретных персоналиях и т. д.

Система такого тотального контроля основана на всеобъемлющем учете и сборе максимально полной информации. Ее называют контроллингом, который приобретает все большее значение в связи со следующими обстоятельствами:

- 1) неустойчивость условий и характеристик внешней среды;
- 2) рост объема информации и повышение значимости обеспечения оперативных, тактических и стратегических управленческих решений;
- 3) усложнение систем управления;
- 4) повышение интернационализации рыночных отношений и предпринимательской деятельности;
- 5) потребность практики в комплексной методической и инструментальной базе для поддержки основных функций менеджмента;
- 6) усиление функции координации в процессе подготовки и реализации предпринимательской деятельности [13, с. 108].

При этом существует три основных подхода к организации контроллинга:

- 1) создание специального структурного подразделения на самом предприятии;

2) аутсорсинг, передача функций учета и контроля (полностью или частично) внешним институтам (специалистам, экспертам, специализированным фирмам);

3) косорсинг, или смешанный вариант.

В связи с этим можно отметить, что динамика развития управления трудовыми ресурсами на предприятиях в современных условиях носит характер единства и борьбы двух противоположных тенденций. С одной стороны, это тенденция к централизации управления, усилению учета и контроля. С другой стороны, тенденция к развитию трудового и социального самоуправления, расширению автономии работника. Преобладание той или иной тенденции обусловлено характером и динамикой макроэкономической нестабильности и рисков. Так, в экстремальных условиях преобладает первая из названных тенденций, в благоприятных условиях – вторая. Их диалектическое единство иллюстрирует действие конкретного закона диалектики – закона отрицания отрицания. Именно с такой теоретико-методологической базы и следует изучать сингулярность и динамику не только развития системы управления трудовыми ресурсами на предприятии, но и процесс воспроизводства самих трудовых ресурсов в целом.

Общий тренд развития системы управления трудовыми ресурсами предприятий свидетельствует о том, что развитие идет следующим образом. Во-первых, в направлении повышения степени собственной динамичности такой системы. Во-вторых, в направлении увеличения степени ее совершенства. В-третьих, неравномерно, т. е. через возникновение и преодоление различных противоречий, причем, чем сложнее организация системы управления, тем более неравномерно и противоречиво ее развитие. В-четвертых, до определенного предела, за которым система управления трудовыми ресурсами включается в более общую систему (надсистему) организации в качестве одной из ее частей.

Еще одним довольно эффективным вариантом креативного управления кадрами является мотивационная диверсификация, сочетание и комбинирование материальных и нематериальных стимулов. Проведенный анализ такого подхода к стимулированию труда на ряде предприятий регионального АПК показал рост удельного значения нематериальных форм стимулирования (см. рис.).

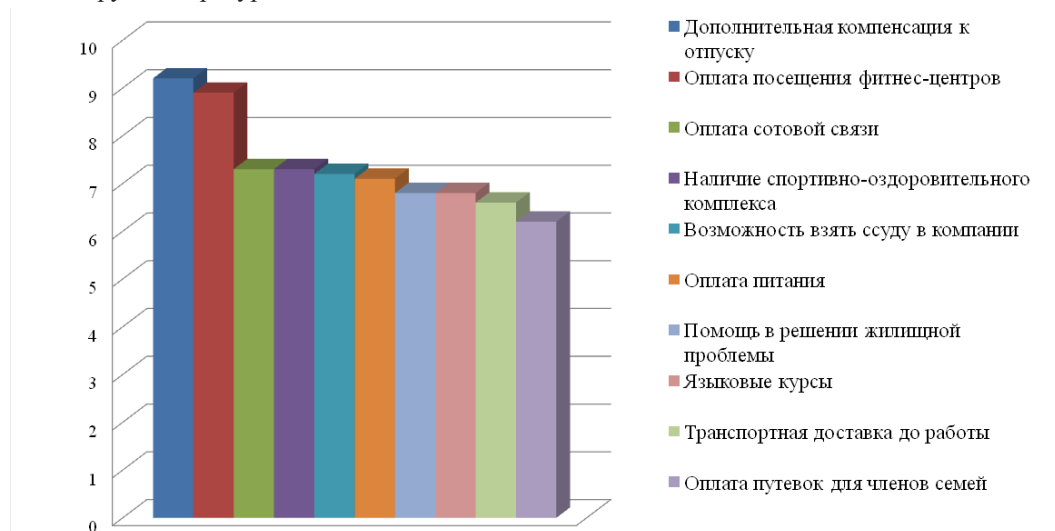


Рис. Индекс востребованности наиболее значимых для работников мотивационных программ незарплатного характера (2015–2019 гг.)

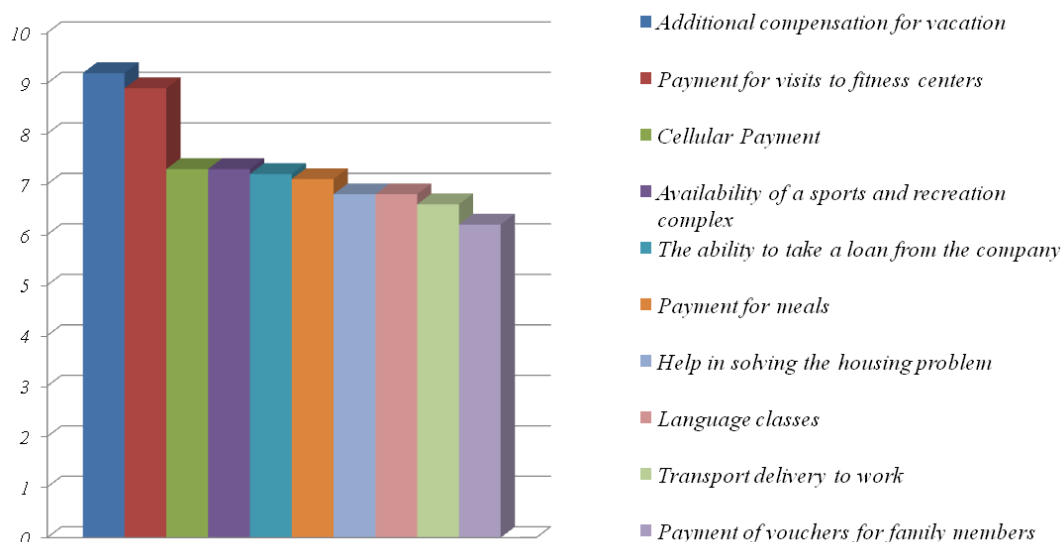


Fig. The index of the demand for the most significant non-salary incentive programs for employees (2015–2019)

Таблица 3

Технологии оценки профессиональных свойств и качеств работника

Источник информации	Методы оценки	Результаты оценки
1. Личные дела 2. Личные перспективные планы деловой карьеры работников 3. Линейные руководители 4. Коллеги (несколько человек) 5. Смежники 6. Подчиненные 8. Самооценки 8. Психологическая характеристика	1. Экспертные оценки результатов выполнения должностных обязанностей 2. Оценочная таблица профессионально значимых качеств работника 3. Наблюдение 4. Беседы и консультации 5. Ведение записей 6. Личные планы и ответы работника 7. Тестирование 8. Анкета работника	1. Оценки работника в динамике (по оценочному табелю) 2. Отчет с обоснованием надежности оценок, анализом источников возможных искажений результатов оценивания 3. Рекомендации по направлениям обучения и коррективке поведения 4. Рекомендации к выдвижению на руководящую должность или отказу

Table 3

Technologies for assessing the professional properties and qualities of an employee

A source of information	Assessment methods	Evaluation results
1. Personal files 2. Personal promising business careers of employees 3. Line managers 4. Colleagues (several people) 5. Subcontractors 6. Subordinates 8. Self-assessments 8. Psychological characteristics	1. Expert assessments of the results of the performance of official duties 2. Evaluation table of professionally significant qualities of the employee 3. Observation 4. Conversations and consultations 5. Record keeping 6. Personal plans and employee responses 7. Testing 8. Employee questionnaire	1. Estimates of the worker in dynamics (according to the assessment report card) 2. A report justifying the reliability of estimates, analysis of sources of possible distortions of the assessment results 3. Recommendations for areas of study and behavior correction 4. Recommendations for promotion to a managerial position or refusal.

В связи с этим необходимо подчеркнуть, что не все инновационные технологии в сфере управления человеческими ресурсами являются креативными. Различие здесь состоит в том, что новое – это далеко не всегда объективно лучшее, оно может быть и худшим по отношению к предыдущему решению, и может навредить. Тогда как креативное – это не просто инновационное, но еще и объективно лучшее, несущее безусловную пользу всем участникам системы социально-трудовых отношений.

Целями креативного менеджмента персонала являются развитие профессиональных качеств работников и решение стратегических задач предприятия. Для этого используются разные технологии оценки профессиональных качеств работников, которые помогают выбрать правильные технологии кадрового управления [14], [15]. Они представлены в таблице 3.

Приведенные в таблице методы оценки профессиональных свойств работников далеко не исчерпывающие. Тем более что одним из важных направлений развития технологии управления кадрами становится практика рабочего самоуправления с присущими ей собственными методами оценок. Одним из направлений в развитии такого самоуправления является создание народных предприятий или «предприятий с собственностью самих рабочих». Опыт создания таких предприятий и развития рабочего самоуправления в России достаточно богат. Еще в 1799 г. владелец Московской Трехгорной мануфактуры Прохоров передал своим рабочим по договору значительную часть управленческих функций. А в 1803 г. Краснохолмская бумажная фабрика под Петербургом по договору с хозяином перешла в управление рабочих. Мало кто сегодня знает и о том, что знаменитая Транссибирская железная дорога строилась трудовыми артелями (также самоуправляемая

организация). Процессы развития трудового самоуправления и модернизации всей системы кадрового менеджмента набирают силу и в сфере регионального АПК [16], [17].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

В качестве выводов проведенного исследования необходимо отметить, что в настоящее время происходит формирование сравнительно новой области теории управления – риск-ориентированного подхода, или риск-менеджмента. Среди работ в области риск-ориентированного управления персоналом предприятий (трудовыми ресурсами) можно назвать труды таких зарубежных авторов, как У. Бек, П. Боксел, Ф. Вудкок, Б. Карлофф, Х. Маккей, Р. Пиндайк, Д. Рубинфельд, Д. Фрэнсис, а также отечественных авторов, таких как И. Т. Балабанов, К. В. Баландин, В. М. Безденежных, В. А. Буланичев, В. А. Дадалко, Т. В. Доложенко, Н. Н. Малашихина, Л. С. Малкова, Н. Г. Синявский, А. С. Соснин, Е. Е. Фролова.

Естественно, встает вопрос о соотношении риск-ориентированного менеджмента и креативного менеджмента. Ряд исследователей (О. С. Белокрылова, Е. П. Киселица, Н. Н. Малашихина, Ю. Шумилова и др.) полагает, что ориентация на работу с рисками является сущностной чертой креативного менеджмента. Другие авторы считают, что креативный менеджмент может быть и в условиях стабильной экономики, устойчивого ее состояния. В связи с этим особое внимание уделяется таким креативным технологиям, как бриколаж, синектика, асфатроника, диджитализация управления персоналом [18–20]. Особым вниманием пользуется и проблематика развития социального самоуправления. Выходит специальный журнал «Самоуправление».

Однако исследованные нами инновационные технологии кадрового менеджмента далеко не всегда и не во всем

применимы в аграрной экономике в условиях макроэкономической нестабильности. Дело в том, что они нуждаются в существенной модернизации и адаптации к конкретным особенностям сельскохозяйственного производства, а также должны учитывать переход к новому технологическому укладу и к новой модели общественного производства.

Дальнейшая разработка принципиально новых креативных технологий управления человеческими ресурсами, а также совершенствование уже имеющихся технологий представляет собой одну из наиболее значимых проблем всей теории и практики управления в условиях макроэкономической нестабильности.

Библиографический список

1. Марков Д. А., Маркова Н. А. Быстрореагирующее производство как концепция повышения конкурентоспособности предприятия // Вестник Пермского национально-исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2016. № 2. С. 181–192.
2. Galbraith J. K. New Industrial Society. Princeton: Princeton University Press, 2015. 576 p.
3. Невинский В. В. Коррупция в России: системные меры противодействия // Журнал российского права. 2017. № 1. С. 62–72. DOI: 10.12737/23703.
4. Тимофеев И. Н., Махмутов Т. А. Политика санкций: цели, стратегии, инструменты. Москва: НП РСМД, 2018. 280 с.
5. Латышева Л. А. Основные фонды как основной компонент ресурсного потенциала в сельском хозяйстве // Kant. 2018. № 2 (27). С. 314–318.
6. Шваб К. Четвертая промышленная революция и бизнес. Как конкурировать и развиваться в эпоху сингулярности. Москва: Альпина Паблишер, 2019. 204 с.
7. Седельников С. Р. Краудфандинг как инструмент финансирования стартапов в Российской Федерации // Проблемы современной экономики. 2015. № 4 (56). С. 154–157.
8. Gallagher D., Salfen J. By the Numbers: When Creators Return to Kickstarter. [Электронный ресурс] // Kickstarter. URL: <https://www.kickstarter.com/blog/by-the-numbers-when-creators-return-to-kickstarter> (дата обращения: 20.06.2020).
9. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchain and Smart Contracts for the Internet of Things // IEE ACCESS. 2016. No. 4. Pp. 2292–2303.
10. Долженко Р. А. Перспективы и возможности использования технологии блокчейн в системе трудовых отношений // Журнал экономической теории. 2018. Т. 15. № 3. С. 488–495. DOI: 10.31063/2073-6517/2018.15-3.14.
11. Генкин А. С., Маврина Л. А. Блокчейн плюс «умные» контракты: преимущества применения и возникающие проблемы // Экономика. Бизнес. Банки. 2017. № 2 (19). С. 136–149.
12. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. Москва: Вильямс, 2017. 672 с.
13. Нечеухина Н. С., Шеметов В. Н. Актуальные вопросы моделирования учета в системе контроллинга // Известия Уральского государственного экономического университета. 2012. № 3 (41). С. 108–116.
14. Полевая М. В. Система оценки персонала организации. Москва: Прометей, 2018. 256 с.
15. Сухарев М. В. Краутсорсинг, блокчейн и артели // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 10. С. 1687–1702. DOI: 10.18334/ce.12.10.39468.
16. Зорин А. С., Зорина Н. А., Сафрыгин П. А. Креативный подход к стратегии управления предпринимательским трудом на предприятиях пищевой промышленности // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 2. С. 329–340. DOI: 10.18334/ce.13.2.39802.
17. Дудин М. Н. Некоторые вопросы реформирования системы управления агропромышленным комплексом страны // Проблемы рыночной экономики. 2018. № 2. С. 11–18. DOI: 10.33051/2500-2325-2018-2-11-18.
18. Яковлева Е. А. Управление интеллектуальными ресурсами работников в условиях инновационного развития цифровой экономики // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 8. С. 1073–1088. DOI: 10.18334/ce.12.8.39292.
19. Мельников О. Н., Яремчук А. П. Управление интеллектуально-креативными ресурсами организации, обеспечивающими поддержку и рост конкурентоспособности инновационно-активных предприятий // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 9. С. 1257–1272. DOI: 10.18334/ce.12.9.39448.
20. Молоткова Н. В., Хазанова Д. Л. Диджитализированное управление персоналом: понятие, перспективы развития // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 11. С. 1865–1876. DOI: 10.18334/ce.12.11.39560.

Об авторах:

Константин Петрович Стожко¹, доктор исторических наук, кандидат экономических наук, профессор, профессор кафедры экономической теории и менеджмента, ORCID 0000-0001-6139-8030, AuthorID 443558; kostskp@mail.ru
 Дмитрий Константинович Стожко², кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры истории и философии, ORCID 0000-0003-3186-877X, AuthorID 709934; d.k.stozhko@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

Creative personnel management of a regional agroindustrial complex in conditions of macroeconomic instability

K. P. Stozhko¹✉, D. K. Stozhko²

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: kostskp@mail.ru

Abstract. The purpose of the study is to analyze and evaluate creative innovative technologies for personnel management of agricultural enterprises in the context of macroeconomic instability and uncertainty. **The object of the study.** The development of innovative technologies is an important condition for the formation of creative management of the personnel of enterprises. In the context of the transition to a new technological structure and the modern scientific and industrial revolution, fundamentally new technologies for human resource management arise and develop. Modern society is a society of a new type, a “risk society” (W. Beck). Therefore, creative management includes not only innovative approaches to solving the problems of personnel policy, but also new technologies for working with risks. In the context of growing macroeconomic instability and uncertainty, creative personnel management is a risk-oriented practice of recruiting, placing and organizing the work of specialists, developing their professional qualities. **Methods.** The study used the methods of structural-functional, program-target and comparative analysis. The subject of the research is new technologies of risk-oriented creative personnel management of agricultural enterprises. The object of the research is the personnel management system as an integral element of the system of social and labor relations. **Results.** The main factors of macroeconomic instability and uncertainty are identified. A detailed classification of existing personnel risks is given. The features are revealed and the practice of new technologies of personnel management is analyzed (blockchain, crowdstaffing, crowdfunding, crowdsourcing, etc.). The difficulties of adapting creative technologies of personnel management to modern conditions are shown. The thesis about the expediency of developing the practice of labor self-government at modern enterprises is argued. **Scientific novelty.** The author's interpretation of the essence of creative personnel management is formulated and reasoned, and its difference from innovative management is revealed. Shown is the most important manifestation of the creativity of personnel management associated with the management of personnel risks in the context of macroeconomic instability.

Keywords: personnel, creative management, macroeconomic instability, risks, sustainable development.

For citation: Stozhko K. P., Stozhko D. K. Kreativnoe upravlenie kadrami regional'nogo APK v usloviyakh makroekonomicheskoy nestabil'nosti [Creative personnel management of a regional agroindustrial complex in conditions of macroeconomic instability] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 73–83. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-73-83. (In Russian.)

Paper submitted: 20.07.2020.

References

1. Markov D. A., Markova N. A. Bystroreagiruyushchee proizvodstvo kak kontseptsiya povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya [Rapid production as a concept for increasing the competitiveness of an enterprise] // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic sciences. 2016. No. 2. Pp. 181–192. (In Russian.)
2. Galbraith J. K. New Industrial Society. Princeton: Princeton University Press, 2015. 576 p.
3. Nevinskiy V. V. Korruptsiya v Rossii: sistemnye mery protivodeistviya [Corruption in Russia: Systemic Countermeasures] // Journal of Russian Law. 2017. No. 1. Pp. 62–72. DOI: 10.12737/23703. (In Russian.)
4. Timofeev I. N., Makhmutov T. A. Politika sanktsiy: tseli, strategii, instrumenty [Policy of sanctions: goals, strategies, tools]. Moscow: NP RIAC, 2018. 280 p. (In Russian.)
5. Latysheva L. A. Osnovnye fondy kak osnovnoy komponent resursnogo potentsiala v sel'skom khozyaystve [Fixed assets as the main component of resource potential in agriculture] // Kant. 2018. No. 2 (27). Pp. 314–318. (In Russian.)
6. Schwab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya i biznes. Kak konkurirovat' i razvivat'sya v epokhu singulyarnosti [The fourth industrial revolution and business. How to compete and evolve in the era of the Singularity]. Moscow: Alpina Publisher, 2019. 204 p. (In Russian.)
7. Sedel'nikov S. R. Kraudfanding kak instrument finansirovaniya startupov v Rossiyskoy Federatsii [Crowdfunding as a tool for financing startups in the Russian Federation] // Problems of modern economics. 2015. No. 4 (56). Pp. 154–157. (In Russian.)
8. Gallagher D., Salfen J. By the Numbers: When Creators Return to Kickstarter. [e-resource] // Kickstarter. URL: <https://www.kickstarter.com/blog/by-the-numbers-when-creators-return-to-kickstarter> (appeal date: 20.06.2020).
9. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchain and Smart Contracts for the Internet of Things // IEE ACCESS. 2016. No. 4. Pp. 2292–2303.

10. Dolzhenko R. A. Perspektivy i vozmozhnosti ispol'zovaniya tekhnologii blokcheyn v sisteme trudovykh otnosheniy [Prospects and possibilities of using blockchain technology in the system of labor relations] // Journal of Economic Theory. 2018. Vol. 15. No. 3. Pp. 488–495. DOI: 10.31063/2073-6517/2018.15-3.14. (In Russian.)
11. Genkin A. S., Mavrina L. A. Blokcheyn plyus “umnye” kontrakty: preimushchestva primeneniya i voznikayushchie problemy [Blockchain plus “smart” contracts: advantages of application and emerging problems] // Economy. Business. Banks. 2017. No. 2 (19). Pp. 136–149. (In Russian.)
12. Mescon M., Albert M., Hedouri F. Osnovy menedzhmenta [Fundamentals of management]. Moscow: Williams, 2017. 672 p. (In Russian.)
13. Necheukhina N. S., Shemetov V. N. Aktual'nye voprosy modelirovaniya ucheta v sisteme kontrollinga [Topical issues of accounting modeling in the controlling system] // Bulletin of the Ural State University of Economics. 2012. No. 3 (41). Pp. 108–116. (In Russian.)
14. Poleyva M. V. Sistema otsenki personala organizatsii [The system for assessing the organization's personnel]. Moscow: Prometey, 2018. 256 p. (In Russian.)
15. Sukharev M. V. Kraudsorsing, blokchein i arteli [Crowdsourcing, blockchain and artels] // Creative Economy. 2018. Vol. 12. No. 10. Pp. 1687–1702. DOI: 10.18334/s. 12.10.39468. (In Russian.)
16. Zorin A. S., Zorina N. A., Safrygin P. A. Kreativnyy podkhod k strategii upravleniya predprinimatel'skim trudom na predpriyatiyakh pishchevoy promyshlennosti [A creative approach to the strategy of managing entrepreneurial labor at food industry enterprises] // Creative Economy. 2019. Vol. 13. No. 2. Pp. 329–340. DOI: 10.18334/ce. 13.2.39802. (In Russian.)
17. Dudin M. N. Nekotorye voprosy reformirovaniya sistemy upravleniya agropromyshlennym kompleksom strany [Some issues of reforming the management system of the agro-industrial complex of the country] // Problems of market economy. 2018. No. 2. Pp. 11–18. DOI: 10.33051/2500-2325-2018-2-11-18. (In Russian.)
18. Yakovleva E. A. Upravlenie intellektual'nymi resursami rabotnikov v usloviyakh innovatsionnogo razvitiya tsifrovoi ekonomiki [Management of intellectual resources of workers in the context of innovative development of the digital economy] // Creative Economy. 2018. Vol. 12. No. 8. Pp. 1073–1088. DOI: 10.18334/s.12.8.39292. (In Russian.)
19. Mel'nikov O. N., Yaremchuk A. P. Upravlenie intellektual'no-kreativnymi resursami organizatsii, obespechivayushchimi podderzhku i rost konkurentosposobnosti innovatsionno-aktivnykh predpriyatii [Management of intellectual and creative resources of the organization, providing support and growth of competitiveness of innovative-active enterprises] // Creative Economy. 2018. Vol. 12. No. 9. Pp. 1257–1272. DOI: 10.18334/rp.19.9.39448. (In Russian.)
20. Molotkova N. V., Khazanova D. L. Didzhitalizirovannoe upravlenie personalom: ponyatie, perspektivy razvitiya [Digitalized personnel management: concept, development prospects] // Creative Economy. 2018. Vol. 12. No. 11. Pp. 1865–1876. DOI: 10.18334/se.12.11.39560. (In Russian.)

Author's information:

Konstantin P. Stozhko¹, doctor of historical sciences, candidate of economical sciences, professor, professor of the department of economic theory and management, ORCID 0000-0001-6139-8030, AuthorID 443558; kostskp@mail.ru

Dmitriy K. Stozhko², candidate of philosophical sciences, associate professor, associate professor of the department of history and philosophy, ORCID 0000-0003-3186-877X, AuthorID 709934; d.k.stozhko@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

Методика интегральной оценки ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций региона

М. А. Сумарокова^{1✉}

¹ Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Лесниково, Россия

✉ E-mail: marina1512_93@mail.ru

Аннотация. В статье проводится апробация методики определения интегрального показателя ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций Курганской области в разрезе районов. По полученным результатам были систематизированы внутренние и внешние угрозы по функциональным составляющим ресурсного потенциала, что позволит выработать правильный набор действий по их преодолению или нивелированию, а также подтверждается необходимость изыскания новых подходов к повышению инвестиционной привлекательности, прежде всего, сельских территорий. **Цель** предлагаемой методики – оценить ресурсный потенциал, выявить угрозы и определить инвестиционно привлекательные территории по видам привлекаемых инвестиций (частные, государственные). **Методология и методы.** В основу методики положена оценка следующих видов функциональных составляющих ресурсного потенциала: земельного, кадрового, материального, инновационного, финансового. По каждому виду отобрана система индикаторов, отражающих состояние и эффективность их функционирования. Во избежание случайных колебаний произведена выборка показателей за 3 года с последующим усреднением. Каждая система индикаторов проходит процедуру нормализации. Все это позволяет привести систему разнородных показателей к единому основанию, а значит, дает возможность интегрировать их влияния. С учетом значимости каждого индикатора, участвующего в расчете, формируется интегральная оценка по каждой группе показателей, а затем путем простого суммирования – интегральный показатель ресурсного потенциала. **Результаты и область применения.** Методика апробирована по данным годовой отчетности сельскохозяйственных организаций Курганской области. Выборка произведена за 3 года по районам региона. Проведенные расчеты позволяют проранжировать территории по уровню ресурсного потенциала и его функциональных составляющих. Более того, методика позволяет выявить наиболее слабые стороны ресурсного потенциала, а значит, правильно выработать комплекс мер по устранению угроз и определить инвестиционно привлекательные территории по видам привлекаемых инвестиций (частные, государственные). **Научная новизна.** Преимуществом такого подхода является способность определения уровня ресурсного потенциала как отдельного хозяйствующего субъекта, так и определенной территории. При этом система показателей, включаемых в модель, может варьироваться в зависимости от цели исследования, состава функциональных составляющих. Используемый математический инструментарий, информационная база делают методику доступной для применения, проведения аналитических исследований.

Ключевые слова: Ресурсный потенциал, инвестиционная привлекательность, методика, сельскохозяйственные организации, индикатор, процедура нормализации, интегральный показатель, рейтинг, проблемы.

Для цитирования: Сумарокова М. А. Методика интегральной оценки ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций региона // Аграрный вестник Урала. 2020. № 10 (201). С. 84–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-84-100.

Дата поступления статьи: 21.07.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Предприятия агропромышленного комплекса занимают особое положение в системе обеспечения национальной безопасности государства. На них возложена прежде всего функция обеспечения продовольственной безопасности. Но их место и роль в развитии сельских территорий значительно выше, так как большинство из них – источник формирования рабочих мест и социального благополучия населения. Поэтому ресурсное обеспечение сельскохозяйственных организаций не только становится условием эффективного развития экономики региона, но и имеет глубокий социальный аспект.

Вопросам обеспечения всестороннего развития отраслевой структуры экономики регионов, а также исследованию состояния и эффективности использования ресурсного потенциала посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: Р. Р. Ахунова, А. И. Алтухова, Г. В. Беспалотного, А. И. Гаврилова, Г. К. Гулина, А. Г. Гранберга, В. В. Кистанова, Н. Н. Некрасова, Т. В. Новиковой, Д. Норта, А. В. Панина, А. П. Потапова, Б. А. Райзберга, И. А. Минакова, Д. Х. Хатуова, Ю. А. Цыпкина, А. Э. Юзефовича и других.

Значительный вклад в разработку проблематики развития регионального агропромышленного комплекса внесли работы Т. И. Бухтияровой, Б. А. Воронина, С. Г. Головиной, Т. Н. Медведевой, Е. Г. Мухиной, Н. Д. Гущенской, В. И. Набокова, П. Е. Подгорбунских, А. Н. Пустуева, А. Н. Семина, Л. В. Субботиной, А. И. Татаркина, И. В. Хилинской и других [3, с. 247], [4, с. 23], [5, с. 135].

Однако в работах указанных авторов не нашли в достаточной степени отражение вопросы, связанные с формированием, развитием ресурсного потенциала регионального агропромышленного комплекса, а также эффективностью его использования.

Целью настоящего научного исследования выступает выработка методических подходов к интегральной оценке уровня ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций, основанных на доступности информационных ресурсов, математического и статистического инструментария обработки массовых данных.

Методология и методы исследования (Methods)

Результатом научного исследования выступает методика интегральной оценки уровня ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций определенной территории, основанная на системе индикаторов, отобранных по следующим составляющим ресурсного потенциала: земельному, кадровому, материальному, инновационному, финансовому. По каждому индикатору имеются пороговые, или эталонные, значения для проведения процедуры нормализации и приведения всех показателей к сопоставимому виду. Более того, в целях выделения приоритетных показателей в составе каждой составляющей ресурсного потенциала предлагаются весовые значения коэффициентов. В итоге интегральная оценка уровня ресурсного потенциала рассчитывается путем суммирования всех интегральных показателей подвидов ресурсного потенциала [7, с. 257], [8, с. 58].

Методы исследования, применяемые в работе, основаны на симбиозе объективных и субъективных приемов, к которым можно отнести метод экспертных оценок, метод нормализации данных, методы статистической обработки массовых данных и другие. Период исследования – 2017–2019 гг.

Результаты (Results)

Комплексная оценка ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций основана на отборе системы индикаторов по каждой ее составляющей. Методика включает следующие этапы:

1. Отбор индикаторов земельного потенциала (таблица 1):

- коэффициент распаханности;
- удельный вес посевов в площади пашни;
- произведено продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий;
- доля выручки на 1 га посевов;
- удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади.

С помощью процедуры нормализации показатели переводятся в коэффициентный вид по формуле:

$$K_{\text{нп}} = \frac{\Phi 3}{\varepsilon}, \quad (1)$$

где $K_{\text{нп}}$ – коэффициент нормализации показателя;

$\Phi 3$ – фактическое значение показателя;

ε – эталон (максимальное или минимальное значение показателя в зависимости от предпочитаемой тенденции).

После этого значения коэффициентов усредняются и расставляются весовые значения индикаторов [12, с. 438], [13, с. 65]. Для выбранной системы показателей рекомендуются следующие уровни значимости коэффициентов, где наибольшие значения весов предлагаются по показателям: производства продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий и на долю выручки на 1 га посевов (таблица 1).

Интегральный показатель (ИП) каждой составляющей части ресурсного потенциала (земельный, кадровый, материальный, инновационный, финансовый) рассчитывается по формуле:

$$\text{ИП} = x_1 \cdot d_1 + x_2 \cdot d_2 + \dots + x_n \cdot d_n, \quad (2)$$

где x_1, x_2, x_n – средние значения нормализованных коэффициентов;

d_1, d_2, d_n – вес коэффициента.

При этом возможны следующие характеристики функциональных составляющих ресурсного потенциала организации (таблица 2).

Таблица 1
Индикаторы земельного потенциала

Индикатор	Вес индикатора
Коэффициент распаханности	0,2
Удельный вес посевов в площади пашни	0,1
Произведено продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий	0,3
Доля выручки на 1 га посевов	0,3
Удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади	0,1

Table 1
Indicators of financial safety

Indicator	Indicator weight
Plowing ratio coefficient	0.2
Specific weight of crops in the area of ration	0.1
Produced per 1 ha of agricultural land	0.3
Share of revenues per 1 ha of crops	0.3
Share of agricultural land in total land area	0.1

Таблица 2

Значения и характеристики интегральных показателей функциональных составляющих ресурсного потенциала

Значение интегральной оценки	Характеристика
0,9 и более	Высокий уровень
0,7–0,8	Нормальный уровень
0,5–0,6	Средний уровень
0,3–0,4	Низкий уровень
До 0,2	Критический уровень

Table 2

Values and characteristics of integral indicators functional components of resource potential

Value of integrated assessment	Characteristic
0.9 and more	High level
0.7–0.8	Normal level
0.5–0.6	Average level
0.3–0.4	Low level
Less than 0.2	Critical level

Таблица 3

Индикаторы земельного потенциала, в среднем за 2017–2019 гг.

Район области	Индикаторы					Значение интегрального показателя	Характеристика уровня земельного потенциала
	Коэффициент распаханности	Удельный вес посевов в площади пашни	Произведено продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий	Доля выручки на 1 га посевов	Удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельной площади		
Кетовский	90,93	81,73	37,19	69,29	99,37	0,94	Высокий
Катайский	98,23	58,06	21,02	36,07	99,68	0,67	Средний
Юргамышский	85,51	73,13	21,34	17,05	100,00	0,58	Средний
Щучанский	95,31	82,30	9,91	18,66	99,98	0,53	Средний
Мокроусовский	96,77	92,27	11,98	10,97	100,00	0,53	Средний
Куртамышский	88,69	69,69	12,21	18,20	98,62	0,52	Средний
Шадринский	89,76	71,04	10,67	16,46	99,39	0,50	Средний
Сафакулевский	98,94	73,77	8,13	12,92	99,99	0,49	Низкий
Шумихинский	97,74	88,93	8,30	8,76	99,98	0,49	Низкий
Мишкинский	95,70	57,83	7,83	17,34	99,97	0,48	Низкий
Шатровский	85,64	79,93	8,44	11,64	100,00	0,47	Низкий
Далматовский	79,81	77,77	8,19	13,69	99,85	0,46	Низкий
Варгашинский	96,82	64,60	6,90	10,36	100,00	0,46	Низкий
Лебяжьевский	89,76	55,53	6,82	11,35	100,00	0,44	Низкий
Целинный	91,55	61,80	5,89	8,89	100,00	0,43	Низкий
Половинский	84,59	69,45	6,36	9,25	99,47	0,43	Низкий
Каргапольский	80,63	73,09	6,31	9,91	99,99	0,43	Низкий
Частоозерский	82,82	77,20	6,39	7,08	99,94	0,42	Низкий
Звериноголовский	87,45	58,47	3,36	14,98	99,96	0,42	Низкий
Макушинский	90,49	78,16	4,57	4,94	99,92	0,42	Низкий
Альменевский	93,31	71,60	3,75	6,17	100,00	0,42	Низкий
Петуховский	88,42	69,42	4,85	6,89	100,00	0,41	Низкий
Притобольный	85,03	73,45	4,31	6,17	99,96	0,41	Низкий
Белозерский	48,07	72,58	3,47	8,94	96,50	0,33	Низкий

Table 3
Indicators of land potential, average for 2017–2019

District of the area	Indicators					Value of an integrated indicator	Characteristics of land potential level
	Plowing ratio coefficient	Specific weight of crops in the area of ration	Produced per 1 hectares of agricultural land	Share of revenues per 1 hectares of crops	Share of agricultural land in total land area		
Ketovskiy	90.93	81.73	37.19	69.29	99.37	0.94	High
Katayskiy	98.23	58.06	21.02	36.07	99.68	0.67	Average
Yurgamyshskiy	85.51	73.13	21.34	17.05	100.00	0.58	Average
Shchuchanskiy	95.31	82.30	9.91	18.66	99.98	0.53	Average
Mokrusovskiy	96.77	92.27	11.98	10.97	100.00	0.53	Average
Kurtamyshskiy	88.69	69.69	12.21	18.20	98.62	0.52	Average
Shadrinskiy	89.76	71.04	10.67	16.46	99.39	0.50	Average
Safakulevskiy	98.94	73.77	8.13	12.92	99.99	0.49	Low
Shumikhinskiy	97.74	88.93	8.30	8.76	99.98	0.49	Low
Mishkinskiy	95.70	57.83	7.83	17.34	99.97	0.48	Low
Shatrovskiy	85.64	79.93	8.44	11.64	100.00	0.47	Low
Dalmatovskiy	79.81	77.77	8.19	13.69	99.85	0.46	Low
Vargashinskiy	96.82	64.60	6.90	10.36	100.00	0.46	Low
Lebyazh'yevskiy	89.76	55.53	6.82	11.35	100.00	0.44	Low
Tselinnyy	91.55	61.80	5.89	8.89	100.00	0.43	Low
Polovinskiy	84.59	69.45	6.36	9.25	99.47	0.43	Low
Kargapolskiy	80.63	73.09	6.31	9.91	99.99	0.43	Low
Chastoozerskiy	82.82	77.20	6.39	7.08	99.94	0.42	Low
Zverinogolovskiy	87.45	58.47	3.36	14.98	99.96	0.42	Low
Makushinskiy	90.49	78.16	4.57	4.94	99.92	0.42	Low
Almenevskiy	93.31	71.60	3.75	6.17	100.00	0.42	Low
Petukhovskiy	88.42	69.42	4.85	6.89	100.00	0.41	Low
Pritobolnyy	85.03	73.45	4.31	6.17	99.96	0.41	Low
Belozerskiy	48.07	72.58	3.47	8.94	96.50	0.33	Low

Таблица 4
Уровень значимости (веса) коэффициентов кадрового потенциала

Индикатор	Вес индикатора
Среднегодовой темп роста численности работников	0,2
Доля затрат труда на 1 000 р. выручки	0,1
Коэффициент соотношения среднегодовой выработки и среднегодовой заработной платы	0,3
Коэффициент текучести кадров	0,1
Производительности труда (выработка)	0,3

Table 4
Level of importance (weight) of human capacity factors

Indicator	Indicator weight
Average annual growth rate of the number of employees	0.2
Share of labor costs per 1 000 rub. revenues	0.1
Ratio of annual average to annual average wage	0.3
Coefficient of turnover of staff	0.1
Labor productivity (development)	0.3

Проведенный анализ индикаторов земельного потенциала (таблица 3) определил характеристику сельскохозяйственных организаций каждого района (таблица 3), которая выстроилась следующим образом: 1 (4 %) район имеет высокий уровень значений показателя, 6 (25 %) районов – средний, 17 (71 %) районов – низкий уровень. Низкий уровень значений показателей подтверждает относительных показателей производства продукции на 1 га

сельхозугодий и доли выручки на 1 га посевов, это свидетельствует о том, что некоторые организации, находящиеся в Звериноголовском, Альменевском, Белозерском, Макушинском и других районах, не в полном объеме используют свой земельный потенциал, так как показатели обеспеченности сельхозугодиями позволяют увеличить площади пашни. Кетовский район обладает высоким уровнем земельного ресурсного потенциала.

Таблица 5

Индикаторы кадрового потенциала, в среднем за 2017–2019 гг.

Район области	Индикаторы					Значение интегрального показателя	Характеристика уровня кадрового потенциала
	Среднегодовой темп роста численности работников	Доля затрат труда на 1 000 р. выручки	Коэффициент соотношения среднегодовой выработки и среднегодовой заработной платы	Коэффициент текучести кадров	Производительности труда (выработка)		
Сафакулевский	120,24	0,09	1,35	0,51	2260,35	0,53	Средний
Варгашинский	101,18	0,12	1,44	0,61	1961,59	0,52	Средний
Шумихинский	147,89	0,18	1,36	0,52	1234,23	0,52	Средний
Лебяжьевский	93,89	0,11	1,43	0,54	1864,78	0,50	Средний
Щучанский	103,63	0,05	0,79	0,51	3703,65	0,49	Низкий
Альменевский	70,06	0,21	1,35	0,56	1175,81	0,49	Низкий
Половинский	93,07	0,13	1,16	0,56	1571,03	0,44	Низкий
Целинный	90,24	0,21	1,25	0,53	926,28	0,42	Низкий
Макушинский	78,65	0,19	1,23	0,57	1127,02	0,42	Низкий
Куртамышский	98,01	0,18	1,02	0,60	1226,01	0,42	Низкий
Мокроусовский	96,42	0,16	1,04	0,55	1269,93	0,42	Низкий
Катайский	102,59	0,10	0,98	0,41	1449,97	0,41	Низкий
Далматовский	95,27	0,19	1,09	0,52	998,41	0,41	Низкий
Белозерский	88,58	0,23	1,16	0,53	847,10	0,40	Низкий
Шагровский	94,21	0,18	1,04	0,53	1108,64	0,40	Низкий
Звериноголовский	84,85	0,20	1,12	0,55	978,23	0,40	Низкий
Петуховский	85,78	0,17	1,11	0,48	1116,64	0,40	Низкий
Притобольный	63,47	0,13	1,02	0,45	1536,30	0,38	Низкий
Шадринский	97,49	0,12	0,72	0,52	1620,66	0,38	Низкий
Каргапольский	80,08	0,14	0,96	0,48	1260,08	0,38	Низкий
Частоозерский	96,40	0,24	1,02	0,46	714,69	0,38	Низкий
Кетовский	102,56	0,10	0,62	0,47	1754,60	0,37	Низкий
Мишкинский	87,27	0,17	0,87	0,51	1129,00	0,37	Низкий
Юргамышский	87,24	0,20	0,79	0,52	1014,32	0,35	Низкий

Table 5

Indicators of personnel potential, on average for 2017–2019

District of the area	Indicators					Value of an integrated indicator	Staff capacity characteristics
	Average annual growth rate of the number of employees	Share of labor costs per 1 000 rub. revenues	Ratio of annual average to annual average wage	Coef-ficient of turnover of staff	Labor productivity (development)		
Safakulevskiy	120.24	0.09	1.35	0.51	2260.35	0.53	Average
Vargashinskiy	101.18	0.12	1.44	0.61	1961.59	0.52	Average
Shumikhinskiy	147.89	0.18	1.36	0.52	1234.23	0.52	Average
Lebyazhyevskiy	93.89	0.11	1.43	0.54	1864.78	0.50	Average
Shchuchanskiy	103.63	0.05	0.79	0.51	3703.65	0.49	Low
Almenevskiy	70.06	0.21	1.35	0.56	1175.81	0.49	Low
Polovinskiy	93.07	0.13	1.16	0.56	1571.03	0.44	Low
Tselinnyy	90.24	0.21	1.25	0.53	926.28	0.42	Low
Makushinskiy	78.65	0.19	1.23	0.57	1127.02	0.42	Low
Kurtamyshskiy	98.01	0.18	1.02	0.60	1226.01	0.42	Low
Mokrusovskiy	96.42	0.16	1.04	0.55	1269.93	0.42	Low
Katayskiy	102.59	0.10	0.98	0.41	1449.97	0.41	Low
Dalmatovskiy	95.27	0.19	1.09	0.52	998.41	0.41	Low
Belozerskiy	88.58	0.23	1.16	0.53	847.10	0.40	Low
Shatrovskiy	94.21	0.18	1.04	0.53	1108.64	0.40	Low
Zverinogolovskiy	84.85	0.20	1.12	0.55	978.23	0.40	Low
Petukhovskiy	85.78	0.17	1.11	0.48	1116.64	0.40	Low
Pritobolnyy	63.47	0.13	1.02	0.45	1536.30	0.38	Low
Shadrinskiy	97.49	0.12	0.72	0.52	1620.66	0.38	Low
Kargapolskiy	80.08	0.14	0.96	0.48	1260.08	0.38	Low
Chastoozerskiy	96.40	0.24	1.02	0.46	714.69	0.38	Low
Ketovskiy	102.56	0.10	0.62	0.47	1754.60	0.37	Low
Mishkinskiy	87.27	0.17	0.87	0.51	1129.00	0.37	Low
Yurgamyshskiy	87.24	0.20	0.79	0.52	1014.32	0.35	Low

Таблица 6

Уровень значимости (веса) коэффициентов производственного потенциала

Индикатор	Вес индикатора
Среднегодовой темп роста стоимости основных фондов	0,1
Фондовооруженность	0,1
Фондоотдача	0,3
Удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции	0,2
Коэффициент оборачиваемости запасов	0,3

Table 6

Level of importance (weight) of production potential factors

Indicator	Indicator weight
Average annual rate of fixed asset value company	0.1
Capital labor ratio	0.1
Capital productivity	0.3
Specific weight of material costs in production cost	0.2
Coefficient of turnover of stocks	0.3

Таблица 7

Индикаторы производственного потенциала, в среднем за 2017–2019 гг.

Район области	Индикаторы					Значение интегрального показателя	Характеристика уровня производственного потенциала
	Среднегодовой темп роста стоимости основных фондов	Фондовооруженность	Фондоотдача	Удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции	Коэффициент оборачиваемости запасов		
Щучанский	111,62	2245,64	1,65	67,06	2,21	1,04	Высокий
Звериноголовский	140,97	1837,60	0,63	228,02	2,47	1,01	Высокий
Сафакулевский	139,02	1083,05	2,08	79,06	1,51	0,84	Нормальный
Мишкинский	100,93	1557,12	0,72	63,25	1,93	0,82	Нормальный
Половинский	102,61	2108,12	0,75	53,84	1,72	0,81	Нормальный
Кетовский	108,87	2528,00	0,69	87,08	1,61	0,74	Нормальный
Шадринский	113,87	2021,14	0,80	64,24	1,53	0,73	Нормальный
Шумихинский	394,08	1569,29	1,18	72,01	1,23	0,71	Нормальный
Далматовский	118,52	1119,59	0,91	68,81	1,54	0,71	Нормальный
Альменевский	92,59	1984,49	0,58	67,79	1,57	0,71	Нормальный
Каргапольский	96,54	1095,73	1,15	67,69	1,36	0,68	Средний
Шатровский	98,43	1650,05	0,67	65,95	1,44	0,67	Средний
Варгашинский	127,72	2065,86	0,95	76,37	1,28	0,67	Средний
Куртамышский	119,94	1175,09	1,06	71,28	1,29	0,65	Средний
Притобольный	81,46	2301,52	0,64	67,95	1,34	0,65	Средний
Целинный	87,38	1500,33	0,62	59,91	1,39	0,65	Средний
Катайский	79,33	1032,92	1,47	86,38	1,18	0,64	Средний
Петуховский	108,01	2294,42	0,49	65,86	1,32	0,64	Средний
Белозерский	123,88	1339,44	0,65	74,45	1,29	0,62	Средний
Мокроусовский	109,10	2021,43	0,63	66,68	1,22	0,61	Средний
Лебяжьевский	109,08	1509,85	1,23	78,22	1,03	0,60	Средний
Юргамышский	114,72	1438,37	0,71	53,25	1,04	0,58	Средний
Макушинский	91,24	2300,95	0,49	69,89	1,09	0,56	Средний
Частозерский	103,36	1320,03	0,54	66,50	1,05	0,53	Средний

Table 7

Indicators of production potential, average for 2017–2019

District of the area	Indicators					Value of an integrated indicator	Characteristic of level of production safety
	Average annual rate of fixed asset value company	Capital labor ratio	Capital productivity	Specific weight of material costs in production cost	Coefficient of turnover of stocks		
Shchuchanskiy	111.62	2245.64	1.65	67.06	2.21	1.04	High
Zverinogolovskiy	140.97	1837.60	0.63	228.02	2.47	1.01	High
Safakulevskiy	139.02	1083.05	2.08	79.06	1.51	0.84	Normal
Mishkinskiy	100.93	1557.12	0.72	63.25	1.93	0.82	Normal
Polovinskiy	102.61	2108.12	0.75	53.84	1.72	0.81	Normal
Ketovskiy	108.87	2528.00	0.69	87.08	1.61	0.74	Normal
Shadrinskiy	113.87	2021.14	0.80	64.24	1.53	0.73	Normal
Shumikhinskiy	394.08	1569.29	1.18	72.01	1.23	0.71	Normal
Dalmatovskiy	118.52	1119.59	0.91	68.81	1.54	0.71	Normal
Almenevskiy	92.59	1984.49	0.58	67.79	1.57	0.71	Normal
Kargapolskiy	96.54	1095.73	1.15	67.69	1.36	0.68	Normal
Shatrovskiy	98.43	1650.05	0.67	65.95	1.44	0.67	Normal
Vargashinskiy	127.72	2065.86	0.95	76.37	1.28	0.67	Normal
Kurtamyshskiy	119.94	1175.09	1.06	71.28	1.29	0.65	Average
Pritobolnyy	81.46	2301.52	0.64	67.95	1.34	0.65	Average
Tselinnyy	87.38	1500.33	0.62	59.91	1.39	0.65	Average
Katayskiy	79.33	1032.92	1.47	86.38	1.18	0.64	Average
Petukhovskiy	108.01	2294.42	0.49	65.86	1.32	0.64	Average
Belozerskiy	123.88	1339.44	0.65	74.45	1.29	0.62	Average
Mokrusovskiy	109.10	2021.43	0.63	66.68	1.22	0.61	Average
Lebyazhyevskiy	109.08	1509.85	1.23	78.22	1.03	0.60	Average
Yurgamyshskiy	114.72	1438.37	0.71	53.25	1.04	0.58	Average
Makushinskiy	91.24	2300.95	0.49	69.89	1.09	0.56	Average
Chastoozerskiy	103.36	1320.03	0.54	66.50	1.05	0.53	Average

2. Отбор индикаторов кадрового потенциала организации (таблица 4):

- среднегодовой темп роста численности работников;
- доля затрат труда на 1 000 р. выручки;
- коэффициент соотношения среднегодовой выработки и среднегодовой заработной платы;
- коэффициент текучести кадров;
- производительности труда (выработка).

С помощью процедуры нормализации показатели переводят в коэффициентный вид, затем усредняют и расставляются весовые значения индикаторов (таблица 4). Более высокую значимость имеют качественные показатели, так как содержат объективную оценку кадрового потенциала.

Результаты анализа (таблица 5) показали: 4 (17 %) района входят в среднюю зону, а 20 (83 %) районов имеют низкие показатели кадровой ресурсного потенциала. В 14 районах значение показателя средней выработки одним работником находится на уровне ниже средних по области, что свидетельствует о дефиците работников, что также подтверждено сокращением численности работников, занятых в сельском хозяйстве, на 707 человек, или на 9,5 % в сравнении с 2017 г.

3. Отбор индикаторов производственного потенциала (таблица 6):

- среднегодовой темп роста стоимости основных фондов;
- фондовооруженность;
- фондоотдача;
- удельный вес материальных затрат в себестоимости продукции;
- коэффициент оборачиваемости запасов.

С помощью процедуры нормализации показатели переводят в коэффициентный вид, затем усредняют и расставляются весовые значения индикаторов (таблица 6).

Проведенный анализ производственного ресурсного потенциала (таблица 7) выявил, что 2 (8 %) района области обладают высоким потенциалом, 8 (33 %) районов имеют нормальную характеристику и 14 (59 %) районов – средний уровень. Средний уровень значения показателей подтверждают значения показателей фондоотдачи и фондовооруженности, которые в целом дали удовлетворительные результаты.

Таблица 8

Уровень значимости (веса) коэффициентов инновационного потенциала

Индикатор	Вес индикатора
Нагрузка тракторов на 1000 га сельскохозяйственных угодий	0,2
Затраты гектара на 1 га сельскохозяйственных угодий	0,1
Внесено удобрений на 1 га сельскохозяйственных угодий	0,3
Коэффициент поступления основных производственных фондов	0,1
Доля племенных животных в основном поголовье скота	0,3

Table 8

Level of importance (weight) of innovation potential factors

Indicator	Indicator weight
Tractor load per 1000 hectares of agricultural land	0.2
Pile costs per 1 hectares of agricultural land	0.1
Fertilizers applied to 1ha of agricultural land	0.3
Fixed assets revenue ratio	0.1
Proportion of tribal animals in the main number of livestock	0.3

Таблица 9

Индикаторы инновационного потенциала, в среднем за 2017–2019 гг.

Район области	Индикаторы					Значение интегрального показателя	Характеристика уровня инновационного потенциала
	Нагрузка тракторов на 1000 га сельскохозяйственных угодий	Затраты гектара на 1 га сельскохозяйственных угодий	Внесено удобрений на 1 га сельскохозяйственных угодий	Коэффициент поступления основных производственных фондов	Доля племенных животных в основном поголовье скота		
Шадринский	427,99	0,66	13,71	0,18	0,83	0,54	Средний
Щучанский	536,50	1,21	25,02	0,28	0,00	0,35	Низкий
Лебяжьевский	558,68	0,46	4,03	0,16	0,64	0,34	Низкий
Макушинский	438,23	20,22	2,30	0,04	0,40	0,32	Низкий
Мишкинский	637,56	1,53	22,22	0,13	0,00	0,31	Низкий
Шатровский	349,04	6,27	11,59	0,14	0,00	0,27	Низкий
Кетовский	217,64	1,09	3,53	0,11	0,05	0,25	Низкий
Альменевский	249,82	0,42	7,60	0,06	0,00	0,25	Низкий
Юргамышский	341,22	0,05	11,03	0,15	0,00	0,24	Низкий
Далматовский	351,39	0,69	10,50	0,22	0,00	0,24	Низкий
Варгашинский	393,49	1,35	6,57	0,31	0,10	0,22	Низкий
Куртамышский	559,29	0,23	8,59	0,24	0,10	0,21	Низкий
Мокроусовский	313,74	3,42	4,96	0,12	0,02	0,21	Низкий
Белозерский	749,75	0,18	0,97	0,25	0,37	0,20	Низкий
Каргапольский	544,64	1,04	10,13	0,20	0,00	0,19	Критический
Катайский	356,95	0,74	2,13	0,07	0,12	0,19	Критический
Шумихинский	568,10	0,87	6,57	1,85	0,01	0,19	Критический
Половинский	497,15	3,58	7,97	0,08	0,00	0,18	Критический
Петуховский	363,53	3,11	2,16	0,06	0,00	0,15	Критический
Целинный	362,70	0,23	1,47	0,15	0,00	0,14	Критический
Сафакулевский	556,84	0,93	3,64	0,34	0,00	0,13	Критический
Притобольный	637,46	1,56	3,77	0,10	0,00	0,11	Критический
Частоозерский	392,82	0,35	0,00	0,09	0,01	0,11	Критический
Звериноголовский	464,09	1,67	1,05	0,26	0,00	0,11	Критический

Table 9
Indicators of innovative potential, average for 2017–2019

District of the area	Indicators					Value of an integrated indicator	Characteristics of innovation potential level
	Tractor load per 1000 hectares of agricultural land	Pile costs per 1 hectares of agricultural land	Fertilizers applied to 1ha of agricultural land	Fixed assets revenue ratio	Proportion of tribal animals in the main number of livestock		
Shadrinskiy	427.99	0.66	13.71	0.18	0.83	0.54	Average
Shchuchanskiy	536.50	1.21	25.02	0.28	0.00	0.35	Low
Lebyazhyevskiy	558.68	0.46	4.03	0.16	0.64	0.34	Low
Makushinskiy	438.23	20.22	2.30	0.04	0.40	0.32	Low
Mishkinskiy	637.56	1.53	22.22	0.13	0.00	0.31	Low
Shatrovskiy	349.04	6.27	11.59	0.14	0.00	0.27	Low
Ketovskiy	217.64	1.09	3.53	0.11	0.05	0.25	Low
Almenevskiy	249.82	0.42	7.60	0.06	0.00	0.25	Low
Yurgamyshskiy	341.22	0.05	11.03	0.15	0.00	0.24	Low
Dalmatovskiy	351.39	0.69	10.50	0.22	0.00	0.24	Low
Vargashinskiy	393.49	1.35	6.57	0.31	0.10	0.22	Low
Kurtamyshskiy	559.29	0.23	8.59	0.24	0.10	0.21	Low
Mokrusovskiy	313.74	3.42	4.96	0.12	0.02	0.21	Low
Belozerskiy	749.75	0.18	0.97	0.25	0.37	0.20	Low
Kargapolskiy	544.64	1.04	10.13	0.20	0.00	0.19	Low
Katayskiy	356.95	0.74	2.13	0.07	0.12	0.19	Low
Shumikhinskiy	568.10	0.87	6.57	1.85	0.01	0.19	Critical
Polovinskiy	497.15	3.58	7.97	0.08	0.00	0.18	Critical
Petukhovskiy	363.53	3.11	2.16	0.06	0.00	0.15	Critical
Tselinnyy	362.70	0.23	1.47	0.15	0.00	0.14	Critical
Safakulevskiy	556.84	0.93	3.64	0.34	0.00	0.13	Critical
Pritobolnyy	637.46	1.56	3.77	0.10	0.00	0.11	Critical
Chastoozerskiy	392.82	0.35	0.00	0.09	0.01	0.11	Critical
Zverinogolovskiy	464.09	1.67	1.05	0.26	0.00	0.11	Critical

Таблица 10
Индикаторы финансового потенциала

Индикатор	Пороговое значение
Коэффициент финансовой независимости (автономии)	$\geq 1,0$
Доля долгосрочного капитала в общей сумме капитала	$\geq 0,5$
Коэффициент отдачи собственного капитала	$\max \rightarrow \infty$
Коэффициент отдачи заемного капитала	$\geq K_{отск}$
Уровень рентабельности совокупного капитала	≥ 5

Table 10
Financial capacity indicators

Indicator	Threshold value
Financial independence ratio (autonomy)	≥ 1.0
Share of long-term capital in total capital	≥ 0.5
Equity return ratio	$\max \rightarrow \infty$
Debt return ratio	$\geq K_{er}$
Level of return on total capital	≥ 5

4. Отбор индикаторов инновационного потенциала: – внесено удобрений на 1 га сельскохозяйственных
 – нагрузка тракторов на 1000 га сельскохозяйственных угодий;
 угодий; – коэффициент поступления основных производствен-
 – затраты гектара на 1 га сельскохозяйственных угодий; ных фондов;

Таблица 11

Уровень значимости (веса) коэффициентов финансового потенциала

Индикатор	Вес индикатора
Коэффициент финансовой независимости (автономии)	0,3
Доля долгосрочного капитала в общей сумме капитала	0,1
Коэффициент отдачи собственного капитала	0,1
Коэффициент отдачи заемного капитала	0,2
Уровень рентабельности совокупного капитала	0,3

Table 11

Level of importance (weight) of financial potential factors

Indicator	Indicator weight
Financial independence ratio (autonomy)	0.3
Share of long-term capital in total capital	0.1
Equity return ratio	0.1
Debt return ratio	0.2
Level of return on total capital	0.3

Таблица 12

Индикаторы финансового потенциала, в среднем за 2017–2019 гг.

Район области	Индикаторы					Значение интегрального показателя	Характеристика уровня финансового потенциала
	Коэффициент финансовой независимости (автономии)	Доля долгосрочного капитала в общей сумме капитала	Коэффициент отдачи заемного капитала	Коэффициент отдачи собственного капитала	Уровень рентабельности совокупного капитала		
Мишкинский	0,66	33,70	0,38	0,75	25,29	1,77	Высокий
Далматовский	0,80	20,11	0,20	0,77	15,54	1,27	Высокий
Альменевский	0,89	11,33	0,15	1,17	12,90	1,25	Высокий
Щучанский	0,55	45,16	0,22	0,28	12,04	0,95	Высокий
Лебяжьевский	0,78	21,78	0,12	0,43	9,16	0,86	Нормальный
Целинный	0,58	42,45	0,18	0,24	10,25	0,85	Нормальный
Петуховский	0,62	37,67	0,16	0,27	10,05	0,85	Нормальный
Шадринский	0,68	31,68	0,14	0,32	9,72	0,85	Нормальный
Каргапольский	0,85	15,46	0,09	0,54	8,04	0,83	Нормальный
Мокроусовский	0,58	42,03	0,16	0,23	9,27	0,80	Нормальный
Белозерский	0,79	20,81	0,09	0,34	6,99	0,73	Нормальный
Макушинский	0,48	52,32	0,15	0,15	7,55	0,68	Средний
Шадринский	0,11	89,19	0,50	0,08	6,60	0,62	Средний
Половинский	0,60	40,08	0,08	0,14	5,12	0,56	Средний
Притобольный	0,61	39,41	0,08	0,13	5,08	0,56	Средний
Варгашинский	0,78	22,37	0,05	0,19	4,19	0,54	Средний
Куртамышский	0,57	43,21	0,08	0,10	4,39	0,51	Средний
Катайский	0,57	43,05	0,09	0,10	4,29	0,51	Средний
Частоозерский	0,36	63,67	0,11	0,07	4,41	0,49	Низкий
Сафакулевский	0,74	26,16	0,05	0,14	3,49	0,49	Низкий
Кетовский	0,53	47,09	0,07	0,08	3,93	0,48	Низкий
Звериноголовский	0,59	41,25	0,05	0,08	2,94	0,43	Низкий
Юргамышский	0,52	47,57	–0,07	–0,07	–3,65	0,04	Критический
Шумихинский	0,52	48,44	–0,09	–0,08	–4,07	0,02	Критический

Table 12
Indicators of financial potential, average for 2017–2019

District of the area	Indicators					Value of an integrated indicator	Characteristics of financial potential level
	Financial independence ratio (autonomy)	Share of long-term capital in total capital	Equity return ratio	Debt return ratio	Level of return on total capital		
Mishkinsky	0.66	33.70	0.38	0.75	25.29	1.77	High
Dalmatovsky	0.80	20.11	0.20	0.77	15.54	1.27	High
Almenevsky	0.89	11.33	0.15	1.17	12.90	1.25	High
Shchuchansky	0.55	45.16	0.22	0.28	12.04	0.95	High
Lebyazhyevsky	0.78	21.78	0.12	0.43	9.16	0.86	Normal
Virgin.	0.58	42.45	0.18	0.24	10.25	0.85	Normal
Petukhovsky	0.62	37.67	0.16	0.27	10.05	0.85	Normal
Shatrovsky.	0.68	31.68	0.14	0.32	9.72	0.85	Normal
Kargapolsky	0.85	15.46	0.09	0.54	8.04	0.83	Normal
Mokrousovsky	0.58	42.03	0.16	0.23	9.27	0.80	Normal
Belozersk	0.79	20.81	0.09	0.34	6.99	0.73	Normal
Makushinsky	0.48	52.32	0.15	0.15	7.55	0.68	Average
Shadrinsk	0.11	89.19	0.50	0.08	6.60	0.62	Average
Polovinsky	0.60	40.08	0.08	0.14	5.12	0.56	Average
Pritobolny	0.61	39.41	0.08	0.13	5.08	0.56	Average
Vargashinsky	0.78	22.37	0.05	0.19	4.19	0.54	Average
Kurtamyshsky	0.57	43.21	0.08	0.10	4.39	0.51	Average
Katayskiy	0.57	43.05	0.09	0.10	4.29	0.51	Average
Chastoozersky	0.36	63.67	0.11	0.07	4.41	0.49	Low
Safakulsky	0.74	26.16	0.05	0.14	3.49	0.49	Low
Ketovsky	0.53	47.09	0.07	0.08	3.93	0.48	Low
Zverinogolovsky	0.59	41.25	0.05	0.08	2.94	0.43	Low
Yurgamyshsky	0.52	47.57	−0.07	−0.07	−3.65	0.04	Critical
Shumikhinsky	0.52	48.44	−0.09	−0.08	−4.07	0.02	Critical

Таблица 13
Значения показателя интегральной оценки ресурсного потенциала

Значение интегральной оценки	Характеристика
4 и более	Высокий уровень
3–4	Нормальный уровень
2–3	Средний уровень
1–2	Низкий уровень
До 1	Критический уровень

Table 13
Values of integral resource potential estimation indicator

Value of integrated assessment	Characteristic
4 and more	High level
3–4	Normal level
2–3	Average level
1–2	Low level
Less than 1	Critical level

– доля племенных животных в основном поголовье скота.

С помощью процедуры нормализации показатели переводят в коэффициентный вид, затем усредняют и представляются весовые значения индикаторов (таблица 8).

По результатам проведенного анализа (таблица 9) можно сделать вывод, что 1 (4 %) район характеризуется

средним уровнем, 10 (42 %) районов имеют критический уровень и 13 (54 %) районов входят в зону низкого уровня инновационного ресурсного потенциала. Вход районов в критическую зону происходит за счет отсутствия племенного стада, а также низким уровнем ведения элитного семеноводства в растениеводстве.

5. Отбор индикаторов финансовой составляющей ресурсного потенциала и установление их пороговых значений (таблица 10). Предлагаемая система показателей является наиболее востребованной и информативной в оценке финансового состояния хозяйствующего субъекта, а пороговые значения являются общепринятыми для коммерческих организаций [9, с. 80], [10, с. 315], [11, с. 345].

При этом, если значения эталона не соответствуют пороговому значению индикатора, то в качестве эталона выбирается пороговое значение (таблица 10).

После этого значения коэффициентов усредняются и расставляются весовые значения индикаторов [12, с. 438; 13, с. 67]. Для выбранной системы показателей рекомендуются следующие уровни значимости коэффициентов, где больший вес имеют показатели платежеспособности организации (таблица 11).

Проведенный анализ индикаторов финансового потенциала (таблицы 11, 12) определил характеристику каждого района, которая выстроилась следующим образом: 4 (17 %) района имеют высокий уровень значений показателей, 7 (29 %) районов – нормальный, 7 (25 %) районов –

средний, 4 района (17 %) – низкий, 2 (12 %) района – критический уровень. Низкий уровень значений показателей подтверждает анализ уровня рентабельности совокупного капитала и коэффициент финансовой автономии, которые имеют значения ниже нормативного.

В итоге интегральная оценка уровня ресурсного потенциала (РП) рассчитывается:

$$\text{РП} = \text{ЗРП} + \text{КРП} + \text{ПРП} + \text{ИРП} + \text{ФРП}, \quad (3)$$

где ЗРП – интегральный показатель земельного ресурсного потенциала;

КРП – интегральный показатель кадрового ресурсного потенциала;

ПРП – интегральный показатель производственного ресурсного потенциала;

ИРП – интегральный показатель инновационного ресурсного потенциала;

ФРП – интегральный показатель финансового ресурсного потенциала.

Для интерпретации интегральной оценки уровня ресурсного потенциала предлагается следующая шкала (таблица 13).

Таблица 14
Рейтинг районов по уровню ресурсного потенциала

Район области	Интегральные показатели составляющих ресурсного потенциала					Значение интегральной оценки	Характеристика ресурсного потенциала
	Земельный	Кадровый	Производственный	Инновационный	Финансовый		
Щучанский	0,53	0,49	1,04	0,35	1,77	4,18	Высокий
Куртамышский	0,52	0,42	0,65	0,21	1,27	3,07	Средний
Шадринский	0,50	0,38	0,73	0,54	0,85	3,00	Средний
Целинный	0,43	0,42	0,65	0,14	1,25	2,89	Средний
Кетовский	0,94	0,37	0,74	0,25	0,56	2,86	Средний
Варгашинский	0,46	0,52	0,67	0,22	0,95	2,82	Средний
Шумихинский	0,49	0,52	0,71	0,19	0,86	2,77	Средний
Альменевский	0,42	0,49	0,71	0,25	0,85	2,72	Средний
Шатровский	0,47	0,40	0,67	0,27	0,83	2,64	Средний
Далматовский	0,46	0,41	0,71	0,24	0,80	2,61	Средний
Сафакулевский	0,49	0,53	0,84	0,13	0,62	2,61	Средний
Лебяжьевский	0,44	0,50	0,60	0,34	0,68	2,57	Средний
Каргапольский	0,43	0,38	0,68	0,19	0,85	2,53	Средний
Мишкинский	0,48	0,37	0,82	0,31	0,49	2,47	Средний
Катайский	0,67	0,41	0,64	0,19	0,51	2,42	Средний
Половинский	0,43	0,44	0,81	0,18	0,48	2,34	Средний
Мокроусовский	0,53	0,42	0,61	0,21	0,54	2,30	Средний
Белозерский	0,33	0,40	0,62	0,20	0,73	2,28	Средний
Юргамышский	0,58	0,35	0,58	0,24	0,43	2,19	Средний
Притобольный	0,41	0,38	0,65	0,11	0,56	2,11	Средний
Частоозерский	0,42	0,38	0,53	0,11	0,49	1,93	Низкий
Макушинский	0,42	0,42	0,56	0,32	0,04	1,77	Низкий
Петуховский	0,41	0,40	0,64	0,15	0,02	1,62	Низкий
Звериноголовский	0,42	0,40	1,01	0,11	–0,36	1,58	Низкий

Table 14
The rating of districts by level of resource potential

District of the area	Integrated indicators of components of economic security					Value of integrated assessment	Characteristic of resource potential
	Land	Personnel	Production	Innovative	Financial		
Shchuchanskiy	0.53	0.49	1.04	0.35	1.77	4.18	High
Kurtamyshskiy	0.52	0.42	0.65	0.21	1.27	3.07	Average
Shadrinskiy	0.50	0.38	0.73	0.54	0.85	3.00	Average
Tselinnyy	0.43	0.42	0.65	0.14	1.25	2.89	Average
Ketovskiy	0.94	0.37	0.74	0.25	0.56	2.86	Average
Vargashinskiy	0.46	0.52	0.67	0.22	0.95	2.82	Average
Shumikhinskiy	0.49	0.52	0.71	0.19	0.86	2.77	Average
Almenevskiy	0.42	0.49	0.71	0.25	0.85	2.72	Average
Shatrovskiy	0.47	0.40	0.67	0.27	0.83	2.64	Average
Dalmatovskiy	0.46	0.41	0.71	0.24	0.80	2.61	Average
Safakulevskiy	0.49	0.53	0.84	0.13	0.62	2.61	Average
Lebyazhyevskiy	0.44	0.50	0.60	0.34	0.68	2.57	Average
Kargapolskiy	0.43	0.38	0.68	0.19	0.85	2.53	Average
Mishkinskiy	0.48	0.37	0.82	0.31	0.49	2.47	Average
Katayskiy	0.67	0.41	0.64	0.19	0.51	2.42	Average
Polovinskiy	0.43	0.44	0.81	0.18	0.48	2.34	Average
Mokrusovskiy	0.53	0.42	0.61	0.21	0.54	2.30	Average
Belozerskiy	0.33	0.40	0.62	0.20	0.73	2.28	Average
Yurgamyshskiy	0.58	0.35	0.58	0.24	0.43	2.19	Average
Pritobolnyy	0.41	0.38	0.65	0.11	0.56	2.11	Average
Chastoozerskiy	0.42	0.38	0.53	0.11	0.49	1.93	Low
Makushinskiy	0.42	0.42	0.56	0.32	0.04	1.77	Low
Petukhovskiy	0.41	0.40	0.64	0.15	0.02	1.62	Low
Zverinogolovskiy	0.42	0.40	1.01	0.11	-0.36	1.58	Low

В итоге методика позволяет провести ранжирование районов области по уровню ресурсного потенциала (таблица 14).

Таким образом, проведенный анализ (таблица 14) позволил выявить всего один район с высоким уровнем ресурсного потенциала, 19 районов со средним уровнем и 4 района с низким уровнем. Положительным моментом является отсутствие районов с критическим уровнем. Проведенный анализ оценки пяти групп показателей выявил, что наиболее низкое значение наблюдается у интегральных показателей инновационного, кадрового и производственного ресурсного потенциала.

По результатам проведенного анализа можно выявить ряд внутренних и внешних угроз, которые возникли или могут возникнуть у ряда организаций, по каждой группе интегральных показателей, которые систематизированы в таблице 15.

В итоге при выработке мероприятий по повышению уровня ресурсного потенциала хозяйствующих субъектов должны быть учтены внутренние и внешние угрозы по каждой группе показателей. Обозначение угроз по функ-

циональным составляющим ресурсного потенциала позволит выработать правильный набор действий по их преодолению или нивелированию, а также подтверждается необходимость изыскания новых подходов к повышению инвестиционной привлекательности, прежде всего, сельских территорий [15, с. 249], [16, с. 613], [1, с. 259].

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Предлагаемая методика обладает рядом преимуществ, которые позволяют применять ее как на уровне отдельно взятого субъекта хозяйствования, так и по совокупности таковых. Набор показателей (индикаторов), входящих в каждую составляющую, может быть расширен, дополнен в зависимости от цели исследования и научных предпочтений аналитика. Применяемый математический инструментарий не отягощен процедурами обработки статистических данных, а значит, доступен к использованию. Совокупность индикаторов построена по официальной отчетности сельскохозяйственных организаций, что также свидетельствует о ее доступности в аналитических исследованиях [2, с. 568], [6, с. 186].

Таблица 15

Анализ внутренних и внешних угроз, препятствующих развитию ресурсного потенциала сельскохозяйственных организаций

Внутренние угрозы	Внешние угрозы
Земельный ресурсный потенциал	
– недостаточное количество оборудования, для обработки почв; – отдаленность места нахождения земель от МТБ; – истощенность почв, низкий уровень плодородия почв и др.	– изменение законодательства и нормативно-правовых актов в сфере земельного и налогового законодательства; – сложность приобретения земельного фонда в собственности и др.
Кадровый ресурсный потенциал	
– слабая система контроля при приеме на работу; – слабая система контроля управления персоналом; – неверное распределение кадров предприятия; – неэффективная система мотивации; – недостаточная квалификация персонала; – неудовлетворенность рабочей обстановкой сотрудника	– хедхантинг (метод прямого подбора высококвалифицированных специалистов с определенными навыками); – давление на персонал организации, поступающие извне; – условия системы мотивации организации, уступающие системе мотивации конкурентов; – внешние зависимости персонала предприятия
Производственный ресурсный потенциал	
– неэффективная ассортиментная политика организации, не отвечающая потребностям рынка; – нарушение условий поставки продукции, ее качества; – высокий уровень затратоемкости производства; – неэффективная учетная политика организации, завышающая налоговую базу и нагрузку организации; – неэффективная система маркетинга по продвижению товара на рынок и др.	– изменение законодательства, влияющего на формирование производственных и финансовых результатов; – потеря рынков сбыта, нарушение коммерческих связей; – рост конкуренции; – теракты, диверсии, природные катастрофы; – мошенничество и др.
Инновационный ресурсный потенциал	
– отсутствие племенного животноводства; – незначительное количество элитных семян собственного производства; – низкая оснащенность технологического процесса; – низкая квалификация кадрового состава по работе с высокими технологиями и др.	– сложность получения государственной поддержки по развитию материально-технической базы; – сложность в выведении элитных семян, трудность в проведении лабораторных исследований; – трудность адаптации племенных животных к климатическим особенностям области и др.
Финансовый ресурсный потенциал	
– низкий уровень квалификации учетного и финансово-экономического персонала; – неэффективная система расчетов (платежной дисциплины); – низкая эффективность или отсутствие системы внутреннего контроля; – недостатки в планировании финансовых потоков организации; – нерациональное распределение источников финансирования оборотных и внеоборотных средств и др.	– изменение законодательных и нормативных актов, влияющих на финансовое состояние организации; – недобросовестная конкуренция; – снижение платежеспособности дебиторов; – ослабление правовых норм защиты сельхозтоваропроизводителей; – теневые экономические отношения

Table 15

Analysis of internal and external threats to development of resource potential of agricultural organizations

Internal threats	External threats
Land resource potential	
– insufficient equipment for tillage; – distance of land location from MTB; – soil depletion, low soil fertility, etc.	– amendment of legislation and regulations in the field of land and tax legislation; – complexity of land ownership, etc.
Personnel resource potential	
– weak hiring control system; – weak Human Resources Control System; – incorrect distribution of enterprise personnel; – ineffective motivation system; – inadequate staff skills; – dissatisfaction with the employee's work environment	– headhunting (method of direct selection of highly qualified specialists with certain skills); – pressure on external personnel of the organization; – conditions of the motivation system of the organization, inferior to the motivation system of competitors; – external dependencies of the enterprise personnel
Production resource potential	
– ineffective assortment policy of the organization that does not meet the needs of the market; – violation of product delivery conditions and quality; – high level of production costs; – ineffective accounting policy of the organization, overstating the tax base and burden of the organization; – inefficient marketing system to market the goods, etc.	– change of legislation affecting production and financial results; – loss of markets, disruption of commercial ties; – increased competition; – terrorist attacks, sabotage, natural disasters; – fraud, etc.
Innovative resource potential	
– lack of breeding; – a small number of elite seeds of their own production; – low process equipment; – low qualification of personnel for work with high technologies, etc.	– the difficulty of obtaining state support for the development of the material and technical base; – difficulty in breeding elite seeds, difficulty in conducting laboratory studies; – difficulty of adapting tribal animals to climatic features of the region, etc.
Financial resource potential	
– low level of qualification of accounting and financial and economic personnel; – inefficient settlement system (payment discipline); – poor or no internal control system; – deficiencies in the planning of financial flows of the organization; – irrational allocation of sources of financing of working and non-current funds, etc.	– amendment of laws and regulations affecting the financial condition of the organization; – unfair competition; – reducing the solvency of debtors; – weakening of legal norms for the protection of agricultural producers; – shadow economic relations

Библиографический список

1. Алтухов А. И., Сергеев П. В., Семыкин В. А., Векленко В. И., Лобосова Э. В., Солошенко Р. В., Криулин В. А. Управление инновационным развитием региональной экономики: монография. Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И. И. Иванова, 2018. 196 с.
2. Ахунор Р. Р. Оценка конкурентоспособности региона на основе структурных элементов воспроизводственного потенциала // Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 2. С. 107–124.
3. Бухтиярова Т. И., Хилинская И. В. Формирование и реализация организационно-управленческих и организационно-экономических мер обеспечения устойчивого развития сельских территорий // Агропродовольственная политика России. 2017. № 6. С. 35–44.
4. Nilsson J., Hess S., Golovina S., Wolz A. Governance of production cooperatives in Russian agriculture. *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2016. Т. 87. No. 4. Pp. 541–562. DOI:10.1111/apce.12123.
5. Головина С. Г., Пугин С. В. Ресурсный потенциал основа устойчивого развития АПК и сельских территорий // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 1 (29). С. 9–12.
6. Гулин Г. К., Ермолов А. П. Стратегические подходы к развитию научно-технического потенциала территории // Проблемы развития территории. 2016. № 1 (81). С. 7–14.
7. Гуценская Н. Д. Методические подходы к оценке эффективности использования материально-технической базы в обеспечении экономической безопасности организации // Инновационное развитие российской экономики: материалы X Международной научно-практической конференции: в пяти томах. Москва, 2017. Т. 2. С. 255–258.
8. Гуценская Н. Д. Многоуровневый детерминированный факторный анализ в исследовании экономических процессов // Разработка стратегии социальной и экономической безопасности государства: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции. Курган, 2015. С. 57–60.
9. Гуценская Н. Д., Сумарокова М. А. Методика интегральной оценки экономической безопасности сельскохозяйственных организаций // Аграрный вестник Урала. 2019. № 10 (189). С. 79–92. DOI: 10.32417/article_5db430e1f2be87.55102957.
10. Павлуцких М. В., Есембекова А. У., Палий Д. В. Оценка угроз финансовой безопасности сельскохозяйственных организаций Курганской области // Разработка стратегии социальной и экономической безопасности государства: материалы IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган, 2018. С. 312–317.
11. Kuhar V. S., Donnik I. M., Kot E. M., Zyryanova T. V., Maslakov V. V., Krivonogov P. S. Mechanisms of production competitiveness increase // *Astra Salvensis*. 2017. Т. 2017. С. 343–350.
12. Chupina I. P. System of state order of agricultural products in Russia and foreign countries // *Contributions to Economics*. 2017. Pp. 437–440. DOI: 10.1007/978-3-319-60696-5_55.
13. Мухина Е. Г. Методика оценки ресурсного потенциала сельских территорий // Аграрный вестник Урала. 2014. № 11 (129). С. 63–68.
14. Павлова И. Ю. Использование статистических методов для моделирования продовольственной безопасности Курганской области // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. 2018. № 1 (8). С. 17–26.
15. Белокрылова О. С., Мовсисян Н. К. Динамика АПК в санкционный период // Россия: тенденции и перспективы развития: сборник трудов конференции. Москва, 2018. С. 248–252.
16. Медведева Т. Н. Самообеспечение России – основа ее продовольственной безопасности // Современные проблемы финансового регулирования и учета в агропромышленном комплексе: материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием. Курган, 2018. С. 610–616.

Об авторах:

Марина Анатольевна Сумарокова¹, аспирант кафедры экономической безопасности, анализа и статистики, ORCID 0000-0002-6139-9970, AuthorID 935108; +7 961 752-87-00, marina1512_93@mail.ru

¹ Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Лесниково, Россия

Method of integral assessment of resource potential of agricultural organizations region

M. A. Sumarokova¹✉

¹ Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Lesnikovo, Russia

✉ E-mail: marina1512_93@mail.ru

Abstract. Purpose. The article tests the methodology of determining an integral indicator of the resource potential of agricultural organizations of the Kurgan region in the context of districts. Based on the results obtained, internal and external threats were systematized according to the functional components of the resource potential, which will make it possible to develop the right set of actions to overcome or level them, as well as the need to find new approaches to increasing investment attractive-

ness, especially in rural areas. The purpose of the proposed methodology is to assess resource potential, identify threats and determine investment-attractive territories by the types of investments attracted (private, public). **Methodology and methods.** The methodology is based on the assessment of the following types of functional components of the resource potential: land, labor, material, innovative, financial. For each type, a system of indicators was selected that reflect the state and effectiveness of their functioning. In order to avoid accidental fluctuations, a sample of indicators for 3 years was made with subsequent averaging. Each indicator system undergoes a normalization procedure. All this makes it possible to bring the system of heterogeneous indicators to a single foundation, and, therefore, makes it possible to integrate their influences. Taking into account the significance of each indicator participating in the calculation, an integral assessment is formed for each group of indicators, and then, by simple summation, an integral indicator of the resource potential. **Results and scope.** The methodology was tested according to the annual reporting of agricultural organizations of the Kurgan region. The sample was made for three years in the regions of the region. The calculations make it possible to arrange the territories according to the level of resource potential and its functional components. Moreover, the methodology allows you to identify the weakest aspects of resource potential, and, therefore, to correctly develop a set of measures to eliminate threats and determine investment-attractive territories by the types of investments attracted (private, public). **Scientific novelty.** The advantage of this approach is the ability to determine the level of resource potential of both an individual business entity and a certain territory. Moreover, the system of indicators included in the model may vary depending on the purpose of the study, the composition of the functional components. The mathematical tools used, the information base make the technique available for use, conducting analytical studies.

Keywords: resource potential, investment attractiveness, methodology, agricultural organizations, indicator, normalization procedure, integral indicator, rating, problems.

For citation: Sumarokova M. A. Metodika integral'noy otsenki resursnogo potentsiala sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy regiona [Method of integral assessment of resource potential of agricultural organizations region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 10 (201). Pp. 84–100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-201-10-84-100. (In Russian.)

Paper submitted: 21.07.2020.

References

1. Altukhov A. I., Sergeev P. V., Semykin V. A., Veklenko V. I., Lobosova E. V., Soloshenko R. V., Kriulin V. A. Upravlenie innovatsionnym razvitiem regional'noy ekonomiki: monografiya [Management of innovative development of regional economy: monograph]. Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaystvennaya akademiya im. professora I. I. Ivanova, 2018. 196 p. (In Russian.)
2. Akhunov R. R. Otsenka konkurentosposobnosti regiona na osnove strukturnykh elementov vosproizvodstvennogo potentsiala [Evaluation of competitiveness of the region on the basis of structural elements of reproduced potential] // Regional economy: theory and practice. 2016. No. 2. Pp. 107–124. (In Russian.)
3. Bukhtiyarova T. I., Khilinskaya I. V. Formirovanie i realizatsiya organizatsionno-upravlencheskikh i organizatsionno-ekonomicheskikh mer obespecheniya ustoychivogo razvitiya sel'skikh territoriy [Formation and implementation of organizational-managerial and organizational-economic measures ensuring sustainable development of rural areas] // Agrofood policy of Russia. 2017. No. 6. Pp. 35–44. (In Russian.)
4. Nilsson J., Hess S., Golovina S., Wolz A. Governance of production cooperatives in Russian agriculture. Annals of Public and Cooperative Economics. 2016. T. 87. No. 4. Pp. 541–562. DOI: 10.1111/apce.12123.
5. Golovina S. G., Pugin S. V. Resursnyy potentsial osnova ustoychivogo razvitiya APK i sel'skikh territoriy [Resource potential is the basis of sustainable development of agro-industrial complex and rural areas] // Achievements of science and technology of agro-industrial complex. 2015. No. 1 (29). Pp. 9–12. (In Russian.)
6. Gulin G. K., Ermolov A. P. Strategicheskie podkhody k razvitiyu nauchno-tehnicheskogo potentsiala territorii [Strategic Approaches to the Development of Scientific and Technical Potential of the Territory] // Problems of Development of the Territory. 2016. No. 1 (81). Pp. 7–14. (In Russian.)
7. Gushchenskaya N. D. Metodicheskie podkhody k otsenke effektivnosti ispol'zovaniya material'no-tehnicheskoy bazy v obespechenii ekonomicheskoy bezopasnosti organizatsii [Methodological approaches to assessing the effectiveness of the material and technical base in ensuring the economic security of the organization] // Innovatsionnoe razvitie rossiyskoy ekonomiki: materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: v pyati tomakh. Moscow, 2017. T. 2. Pp. 255–258. (In Russian.)
8. Gushchenskaya N. D. Mnogourovnevnyy determinirovannyi faktornyy analiz v issledovanii ekonomicheskikh protsessov [Multilevel deterministic factor analysis in the study of economic processes] // Razrabotka strategii sotsial'noy i ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva: materialy Vserossiyskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kurgan, 2015. Pp. 57–60. (In Russian.)
9. Gushchenskaya N. D., Sumarokova M. A. Metodika integral'noy otsenki ekonomicheskoy bezopasnosti sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy [Methodology of integral assessment of economic security of agricultural organizations] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 10 (189). Pp. 79–92. DOI: 10.32417/article_5db430e1f2be87.55102957. (In Russian.)

10. Pavlutsikh M. V., Esembekova A. U., Paliy D. V. Otsenka ugroz finansovoy bezopasnosti sel'skokhozyaystvennykh organizatsiy Kurganskoy oblasti [Assessment of threats to the financial security of agricultural organizations of the Kurgan region] // Razrabotka strategii sotsial'noy i ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva: materialy IV Vserossiyskoy (national'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kurgan, 2018. Pp. 312–317. (In Russian.)
11. Kuhar V. S., Donnik I. M., Kot E. M., Zyryanova T. V., Maslakov V. V., Krivonogov P. S. Mechanisms of production competitiveness increase // *Astra Salvensis*. 2017. T. 2017. Pp. 343–350.
12. Chupina I. P. System of state order of agricultural products in Russia and foreign countries // *Contributions to Economics*. 2017. No. 9783319606958. Pp. 437–440. DOI: 10.1007/978-3-319-60696-5_55.
13. Mukhina E. G. Metodika otsenki resursnogo potentsiala sel'skikh territoriy [Methodology for assessing the resource potential of rural areas] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2014. No. 11 (129). Pp. 63–68. (In Russian.)
14. Pavlova I. Yu. Ispol'zovanie statisticheskikh metodov dlya modelirovaniya prodovol'stvennoy bezopasnosti Kurganskoy oblasti [The use of statistical methods for modeling food security of the Kurgan region] // *Application of mathematics in economic and technical research*. 2018. No. 1 (8). Pp. 17–26. (In Russian.)
15. Belokrylova O. S., Movsisyan N. K. Dinamika APK v sanktsionnyy period [Dynamics of agriculture in the sanctions period] // *Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya: sbornik trudov konferentsii*. Moscow: Institute of scientific information on social Sciences, RAS, 2018. Pp. 248–252. (In Russian.)
16. Medvedeva T. N. Samoobespechenie Rossii – osnova eye prodovol'stvennoy bezopasnosti [Self-sufficiency of Russia – the basis of its food security] // *Sovremennye problemy finansovogo regulirovaniya i ucheta v agropromyshlennom komplekse: materialy II Vserossiyskoy (national'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Kurgan, 2018. Pp. 610–616. (In Russian.)

Authors' information:

Marina A. Sumarokova¹, postgraduate of the department of economic security, analysis and statistics, ORCID 0000-0002-6139-9970, AuthorID 935108; +7 961 752-87-00, marina1512_93@mail.ru

¹ Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Lesnikovo, Russia

Учредитель и издатель:

Уральский государственный аграрный университет

Адрес учредителя, издателя и редакции:

620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42



Founder and publisher:

Ural State Agrarian University

Address of founder, publisher and editorial board:

620075, Russia, Ekaterinburg, 42 K. Liebknecht str.

Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»

Редакция журнала:

А. В. Ручкин – кандидат социологических наук, шеф-редактор

О. А. Багрецова – ответственный редактор

А. В. Ерофеева – редактор

Н. А. Предеина – верстка, дизайн

Editorial:

A. V. Ruchkin – candidate of sociological sciences, chief editor

O. A. Bagretsova – executive editor

A. V. Erofeeva – editor

N. A. Predeina – layout, design

Учредитель и издатель: Уральский государственный аграрный университет.

Адрес учредителя, издателя и редакции: 620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Ответственный редактор: факс (343) 350-97-49.

E-mail: agro-ural@mail.ru (для материалов).

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Издательстве Уральского аграрного университета.

620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт».

20049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Подписано в печать: 10.10.2020 г. Усл. печ. л. 12. Авт. л. 10,8.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

