

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

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN
OF THE URALS

2021
№05 (208)

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. Мымрин, 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. Самodelкин, 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. Dzhabadov, 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

eLIBRARY.RU

CYBERLENINKA

Содержание

Агротехнологии

- A. V. Abramchuk, M. Yu. Karpukhin, S. E. Saparklycheva, V. V. Chulkova* 2
Features of growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi under conditions of introduction in the Middle Urals
- Г. Л. Белов, М. К. Деревягина, В. Н. Зейрук, С. В. Васильева* 8
Фитопатологическая экспертиза сортов картофеля в условиях Московской области
- В. Г. Гребенников, И. А. Шипилов, О. В. Хонина* 22
Приемы ускоренного восстановления продуктивности деградированных кормовых угодий зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья
- О. С. Жогалева, Л. Г. Стрельцова* 31
Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений
- Р. А. Осипенко, Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов* 40
Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства

Биология и биотехнологии

- В. В. Важев, Б. Г. Мунарбаева, Н. В. Важева, М. А. Губенко* 55
QSAR-моделирование антифузариозной активности органических соединений
- Э. В. Фирсова, А. П. Карташова* 63
Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстниками и BLUP на поголовье крупного рогатого скота Мурманской области

Экономика

- С. Г. Головина, Л. Н. Смирнова* 71
Сельскохозяйственная кооперация в условиях новых вызовов и угроз: от теоретических дискуссий к хозяйственной практике
- Н. В. Степных, Е. В. Нестерова, А. М. Заргарян* 89
Перспективы расширения производства масличных культур в Уральском регионе

Contents

Agrotechnologies

- A. V. Abramchuk, M. Yu. Karpukhin, S. E. Saparklycheva, V. V. Chulkova*
Features of growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi under conditions of introduction in the Middle Urals
- G. L. Belov, M. K. Derevyagina, V. N. Zeyruk, S. V. Vasilyeva*
Phytopathological examination of potato varieties in the conditions of the Moscow region
- V. G. Grebennikov, I. A. Shipilov, O. V. Khonina*
Methods of accelerated restoration of productivity of degraded forage lands in the zone of unstable humidification of the Central Ciscaucasia
- O. S. Zhogaleva, L. G. Streltsova*
Plant height and resistance to lodging of pea varieties under the influence of chelated micronutrient fertilizers
- R. A. Osipenko, Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov*
Recultivated lands as a reserve for livestock feed

Biology and biotechnologies

- V. V. Vazhev, B. G. Munarbaeva, N. V. Vazheva, M. A. Gubenko*
QSAR modeling of antifusarial activity of organic compounds
- E. V. Firsova, A. P. Kartashova*
The results of assessing the breeding value of lines using the methods of comparison with peers and BLUP method on the cattle stock in the Murmansk region

Economy

- S. G. Golovina, L. N. Smirnova*
Agricultural cooperation in the conditions of new challenges and threats: from theoretical discussion to economic practice
- N. V. Stepnykh, E. V. Nesterova, A. M. Zargaryan*
Prospects for expanding the production of oilseeds in the Ural region

Features of growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi under conditions of introduction in the Middle Urals

A. V. Abramchuk¹, M. Yu. Karpukhin¹✉, S. E. Saparklycheva¹, V. V. Chulkova¹

¹Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: mkarpukhin@yandex.ru

Abstract. An experiment on the topic “Features of the growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi under conditions of introduction in the Middle Urals” was carried out at the educational farm “Uralets”. **Purpose of the study:** to study the influence of the feeding area on the growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi. The **objectives of the study** were to study the influence of the feeding area on: the dynamics of height and average daily growth, dates of the onset and timing of phenological phases, biometric indicators of leaves and inflorescences, structural composition of aboveground biomass, productivity of aboveground and underground biomass. **Research methods.** The experiment scheme includes 3 options: 1 variant – 33 × 30 cm (990 cm²) – control; 2 variant – 33 × 45 cm (1485 cm²); 3 variant – 33 × 60 cm (1980 cm²). **Results.** It was found that an increase in the feeding area enhances the differentiation of plants in terms of the rate of passage of phenological phases. The earliest transition to the generative stage of development was noted in variants II and III (24.06). The maximum average daily gain was observed in the II and III decades of July, according to the variants it varied from 0.78 (1st stage) to 1.22 cm/day (III stage). The highest biological productivity was obtained in variant 3 with a feeding area of 33 × 60 cm; on average, it reached 251.5 g per plant, which is 162.2 g (181.6 %) higher than in the control. **Scientific novelty.** For the first time, there was studied, the influence of the feeding area on the most important aspects of the growth and development of *Scutellaria baicalensis* Georgi in the conditions of the Middle Urals. The optimal feeding area (1980 cm²) has been established, at which the *Scutellaria baicalensis* Georgi is able to form a fairly high productivity.

Keywords: *Scutellaria baicalensis* Georgi, phenological phases, aboveground biomass, structural composition, productivity.

For citation: Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu., Saparklycheva S. E., Chulkova V. V. Features of the growth and development Georgi under conditions of introduction in the Middle Urals // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 2–7. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-2-7.

Date of paper submission: 01.04.2021, **date of review:** 08.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

Introduction

Constant uncontrolled anthropogenic loads on natural landscapes, unsystematic collection of medicinal wild-growing raw materials, as well as the high demand of the pharmaceutical industry for plant raw materials are the most important factors that lead to a rapid decline in natural populations of many medicinal plants [1, p. 8], [2, p. 11], [3, p. 15]. *Scutellaria baicalensis* Georgi belongs to rare and endangered plants, for the preservation of which it is necessary to introduce it into culture [4, p. 11], [5, p. 179].

Scutellaria baicalensis Georgi belongs to the Lamiaceae family, is a relict plant of the Tertiary period, it is included in the category of endangered species [1, p. 177], [5, p. 179]. In the Eastern Transbaikalia, the species is confined to the richly herb real and meadow steppes, the southern slopes of the forest-steppe belt; in the Amur region, Primorye, in the Far East – to the steppes [6, p. 223], [7, p. 90]. Ecologically, the plant belongs to the group

of cryomesoxerophytes, occupies open forest-steppe and steppe areas, and is widespread on stony-gravelly soils [7, p. 91], [8, p. 151].

The pharmacological effectiveness of *Scutellaria baicalensis* Georgi is due to the content of a wide range of biologically active compounds, such as: flavonoids, coumarins, tannins, essential oils. *Scutellaria* flavonoids have a hypotensive, sedative, tonic, antispasmodic, anticonvulsant effect; have anti-inflammatory, tonic, anti-allergenic action; *Scutellaria* preparations exhibit P-vitamin activity [13, p. 147]. Powerful antioxidant properties are effective in the treatment of patients with cancer [9, p. 128], [10, p. 61], [13, p. 147]. *Scutellaria baicalensis* Georgi has a pronounced antiviral activity, especially against the influenza virus, it stimulates the synthesis of endogenous interferon [14, p. 120]. Flavones, amino acids, steroids, essential oils were isolated from the roots of *Scutellaria baicalensis* Georgi [4, p. 62], [1, pp. 177–178]. To date, 125 phenolic compounds with various structures have

been found in the plant [9, p. 130], [10, p. 61]. The main biologically active substances contained in the root systems of skullcap include: baicalin is a unique plant compound that exhibits: antiviral, anti-hypertensive, anti-inflammatory and antitumor activity; wogonin helps to stabilize the condition in case of nervous disorders; scutellarin weakens the excitability of the nervous system; enhances heart contractions, slows the heart rate, lowers blood pressure [15, p. 244].

Scutellaria preparations are of little toxicity. In scientific medicine, they are used as an antihypertensive and sedative for various forms of hypertension, functional disorders of the nervous system, and cardiovascular diseases.

Baikal skullcap has long been used in Chinese, Tibetan, Japanese medicine as a tonic, sedative and antipyretic agent. The works of Japanese scientists have established antithrombotic, anti-allergenic, anti-asthmatic action. The Baikal skullcap regulates the level of leukocytes in the blood, inhibits the formation of metastases; is adaptogenic, increases the body's resistance to infectious diseases [1, p. 178]. Recently it has been intensively studied in our scientific medicine.

Methods

Research was carried out in the educational farm "Uralets", located in the Beloyarsk district, Sverdlovsk region, at the collection site of medicinal plants of the Ural state agrarian university. The soil is podzolized heavy loamy chernozem. The reaction of the soil medium is slightly acidic (pH salt. extract 5.5); humus content – 7.1 %, cation exchange capacity – 32–35 mmol / 100 g; the sum of exchangeable bases is 27–30 mmol / 100 g. Black fallow was used as a precursor; in the fall of 2017, deep tillage was carried out (autumn plowing to a depth of 25–27 cm), followed by cultivation and harrowing. In the experiment we used the seedling method of cultivating the Baikal skullcap. Substrate for sowing seeds – nutritious soil, universal FASCO "Ogorodnik". Soil composition: high-moor peat, low peat, sand, limestone (dolomite) flour, complex mineral fertilizer; content of nutrients available to plants (mg/kg), not less than N 250, P₂O₅ 400, K₂O 500; pH 7. Seed germination was 60–65 %. Sowing for seedlings was carried out on April 10, 2018. Planting seedlings in open ground – on May 10, 2018; seedling height at planting varied from 5.7 to 6.9 cm, on average – 6.2 cm.

The experimental scheme included 3 options that differed in feeding area: Option 1 – 33 × 30 cm (990 cm²) – control; option 2 – 33 × 45 cm (1485 cm²); option 3 – 33 × 60 cm (1980 cm²). Plot area is 3 m², replication three times. During the growing season there were carried out two weeding and 2–3 cultivation. All records and observations were done according to generally accepted methods, mathematical processing of the results obtained – according to B. A. Dospekhov [11, pp. 271–289].

Study of the influence of the feeding area on the dynamics of height and average daily growth, dates of the onset and timing of phenological phases, biometric indicators of leaves and inflorescences, structural composition of aboveground biomass, productivity of aboveground and underground biomass. Height measurements were

carried out on marked individuals, regularly, once a week; biometric indicators of leaves and inflorescences, structural composition and productivity of aboveground biomass were determined during the harvesting period (first decade of August). Determination of the underground biomass' productivity – at the end of September, in all variants simultaneously, when the plants have finished the growing season. The root system was dug up, cleaned of soil, then washed from soil particles, removed excess moisture with filter paper, laid out for drying for 2 days, then the roots were weighed on an electronic balance.

Results

Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi) is a plant of the forest-steppe and steppe landscapes of Transbaikalia. Ecologically and phytocenotically associated with the formation of the filamentous steppe, widespread in Eastern Transbaikalia. The climatic conditions of the Middle Urals are quite significantly different from the conditions of Transbaikalia in such factors as: the sum of positive temperatures, moisture, the duration of the growing season, which have a great influence on the growth and development of *Scutellaria baicalensis*. According to its biological characteristics, it belongs to perennial herbaceous plants, the height of generative shoots ranges from 20 to 70 cm.

In the course of the study, the dynamics of the height of *Scutellaria baicalensis* was monitored. A slower regrowth of plants during the entire growing season was noted in the first option, with a nutritional area of 33 × 30 cm. In the period of determining the productivity of aboveground biomass, the maximum plant height was noted in the third option: 39 cm (2018), 53 cm (2019), 58 cm (2020). Intensive growth of the aboveground biomass, over the years of the study, was observed in the third variant – 0.9–1.22 cm per day. In general, in the development of *Scutellaria baicalensis* plants, the maximum of the average daily growth is well pronounced – In the 2nd–3rd decade of July, when its value varied in variants from 0.78 to 1.22 cm per day. It was during this period that active regrowth of the aboveground part of plants was observed in all studied variants. An analysis of the dynamics of height and average daily gain showed that the growth and development of *Scutellaria baicalensis* plants largely depend on the feeding area: the larger the feeding area, the better the plants are developed. At the same time, the complex of natural and climatic conditions also has a noticeable effect, first of all – the temperature regime and the degree of moisture. Low positive temperatures (+ 9...12 °C) had a negative effect, slowing down all the growth processes of *Scutellaria baicalensis* Georgi.

In the course of the experiment, it was found that an increase in the feeding area enhances the differentiation of plants according to the rates of passage of phenological phases (table 1). The earliest transition to the generative stage of development (budding phase) was noted in variants II and III (24.06); the phase of mass flowering began earlier than everyone else in option III (10.07), much later – in option I (21.07), the difference between options I and III was 11 days.

Table 1
Phenological features of the *Scutellaria baicalensis* Georgi, 2019

The variants of the experiment (feeding area, cm)	Dates of occurrence of phenological phases					
	The beginning of regrowth	Budding	Flowering		Fruiting	
			Beginning	Mass	Beginning	Mass
I option – 33 × 30 (control)	10.05	28.06	11.07	21.07	14.08	19.09
II option – 33 × 45	10.05	24.06	4.07	13.07	5.08	14.09
III option – 33 × 60	10.05	24.06	3.07	10.07	2.08	10.09

Table 2
The period spent by plants of the *Scutellaria baicalensis* Georgi, from the beginning of regrowth to the onset of phenological phases, 2019

The variants of the experiment (feeding area, cm)	The period from regrowth to the onset of phenological phases (days)				
	Budding	Flowering		Fruiting	
		Beginning	Mass	Beginning	Mass
I option – 33 × 30 (control)	50 ± 3.12	63 ± 4.17	73 ± 3.32	97 ± 3.57	133 ± 4.32
II option – 33 × 45	46 ± 2.74	56 ± 3.09	65 ± 2.86	88 ± 2.30	128 ± 2.11
III option – 33 × 60	46 ± 2.39	55 ± 1.93	63 ± 2.05	85 ± 2.01	124 ± 1.98

Table 3
Biometric features of leaves and inflorescences of *Scutellaria baicalensis* Georgi (average per 1 generative shoot, for 2018–2019)

The variants of the experiment (feeding area, cm)	Leaves			Inflorescence	
	Number of leaves, pcs.	Length, cm	Width, cm	Number of flowers, pcs.	Length, cm
I option – 33 × 30 (control)	17.6	3.9	0.59	9.2	13.8
II option – 33 × 45	20.3	4.8	0.72	10.6	14.7
III option – 33 × 60	20.6	4.9	0.78	11.2	15.4

The feeding area had a significant effect on the period that the plants spent from the beginning of regrowth to the onset of phenological phases (table 2). In general, *Scutellaria baicalensis* is characterized by a prolonged flowering period, mass flowering was observed in the 2nd decade of July, 63–73 days after regrowth; some individuals continued to bloom until the end of September (before the onset of frost). The phase of mass fruiting was noted in the control variant after 133 days, much earlier – in variant III, after 124 days, which is of great importance for the growth and development of plants, especially for the formation of seeds, in the climatic conditions of the Middle Urals.

It should be noted that the transition of plants to mass fruiting occurred rather late, in the second decade of September. As a result of the acropetal sequence of blooming flowers in the inflorescence (development proceeded from the base to the top), by the end of the growing season, mature seeds were formed in the lower part of the inflorescence, in the middle – immature (greenish-brown capsules), and in a number of individuals in the upper part of the inflorescence there was observed the end of flowering. In general, under the conditions of the Middle Urals, *Scutellaria baicalensis* Georgi undergoes a full development cycle during the growing season: the transition to the generative stage was noted at the end of June, the flowering phase began in the 2nd and 3rd decades of July, the phase of the beginning of fruiting – in the 1st–2nd decades of August, mass fruiting – in the 1st–2nd decades of September. Self-seeding was observed from the second year of development.

In the course of the study, the influence of the feeding area on the biometric parameters of leaves and inflorescences of *Scutellaria baicalensis* was studied (table 3). In the control variant, the number of leaves varied from 14.5 to 26.5 pieces, on average – 17.6 pieces. leaves per generative shoot. The length and width of the leaves averaged 3.9 cm and 0.59 cm, respectively. Low rates are also characteristic of inflorescences: the length varied from 12.2 to 15.1 cm, on average – 13.8 cm, which is 0.9 and 1.6 cm less than in variants 2 and 3. The number of flowers on the generative shoot is significantly lower. The best biometric characteristics of leaves and inflorescences were obtained in variants II and III.

In the aboveground biomass of *Scutellaria baicalensis*, an increased content of biologically active substances is noted. The main flavonoid components of the aerial part are luteolin, apigenin [9, p. 129], [10, p. 61]. Luteolin has antioxidant, anti-inflammatory, anti-allergic, antitumor and immunomodulatory effects [9, p. 130]. Luteolin is a powerful hypoglycemic agent – it increases insulin sensitivity. *Apigenin* has anti-inflammatory, antioxidant and anticancer properties. In addition, the aerial part is distinguished by a significant content of carotenoids [13, p. 147]. The greatest accumulation of biologically active compounds in the plant material of *Scutellaria baicalensis* is observed in the phase of mass flowering [9, p. 130]. The use of aboveground mass as a medicinal raw material, in contrast to root systems, the procurement of which undermines the reproduction of the species for many years, will reduce the negative anthropogenic impact on the populations of *Scutellaria baicalensis* Georgi, slow down their degradation [1, p. 177], [12, p. 24].

Table 4
*Biological productivity of aboveground biomass of the Scutellaria baicalensis Georgi
 (average for the 2018–2020)*

The variants of the experiment (feeding area, cm)	Aboveground biomass					
	Productivity, g/plant	Deviation from control (+)		Productivity, g/m ²	Deviation from control (+)	
		g	%		g	%
I option – 33 × 30 (control)	89.3	–	–	893.2	–	–
II option – 33 × 45	176.1	86.8	97.2	1232.7	339.5	38.0
III option – 33 × 60	251.5	162.2	181.6	1257.5	364.2	40.8
LSD ₀₅ :						
2018	10.7			49.6		
2019	13.9			57.4		
2020	17.3			60.1		

In the study, the biological productivity of the aboveground biomass was determined in the first decade of August. Shoots were cut at a height of 5–7 cm from the soil surface, weighed in the laboratory, and the green mass was obtained from one plant. The results obtained in the experiment are shown in table 4, from which it can be seen that the productivity of the aboveground biomass of *Scutellaria baicalensis* largely depends on the feeding area. During the three years of the study (2018–2020), a rather low biological productivity was formed by skullcap in the control variant, where the feeding area is the smallest (33 × 30 cm); on average, over 3 years of observation, it was 89.3 g/plant. With an increase in the feeding area to 33 × 45 cm, productivity increases significantly, the increase in comparison with the control was 86.8 g (97.2 %). In the third variant, with a feeding area of 33 × 60 cm, the biological productivity, on average per plant, reached 251.5 g, which is 162.2 g (181.6 %) more than in the control. The yield per unit area increased significantly, it amounted to 1257.4 g/m² – this is the maximum value of the aboveground biomass obtained in the experiment. Over the years of the study, the differences in the value of the aboveground biomass between options 2 and 3 decreased, and in 2020 they are within the experimental error.

When harvesting aboveground biomass used as a medicinal raw material, its structural composition is of great importance, on which the medicinal properties of plants depend. It is known that in the structure of the aboveground biomass, the most valuable two fractions – leaves and inflorescences, in which the highest content of biologically active substances is noted, is much lower – in the shoots.

The structural composition of the aboveground biomass in the experiment was determined during the harvesting period (the first decade of August), at this time the plants were in two phases of generative development: mass flowering and the beginning of fruiting. From the data presented in table. 5 it can be seen that the plants, in the studied variants, differ quite significantly in their structural composition. Significant differences were observed in the formation of the fruits' mass: 1st variant (control) – 4.6 g; 2nd variant – 12.5 g; 3rd variant – 18 g.

The best results were obtained with an increase in the feeding area to 33 × 60 cm, the weight of all structural

elements increased significantly: the proportion of leaves was 100.1 g; flowers – 41.2 g; fruits – 18.1 g; shoots of different orders – 92.1 g/plant, which is significantly higher than in other variants.

All parts of plants – roots, stems, leaves, inflorescences and flowers – have a certain set of medicinal substances, but the concentration of compounds useful for use in different parts of plants is different [2, p. 7]. In *Scutellaria baicalensis*, the highest content of biologically active substances is noted in the root systems, which are most often used to obtain medicinal products [12, p. 24]. They contain flavonoids: baicalin, baicalein and wogonin (up to 4.5 %). In addition, the roots found: glycoside scutellarin, steroid saponins, essential oil, resins, tannins, up to 2.5 % pyrocatechins. The ash of the roots contains: macroelements (mg/g): K – 10.6; Ca – 4.4; Mg – 8.4; Fe – 0.6; trace elements (μg/g): Cu – 0.88; Se – 0.95; Sr – 0.51; Mn – 0.17; Al – 0.43; Pb – 0.1; concentrates Fe, Mo, Se [1, p. 177]. [6, p. 223].

Morpho-biological indicators of the root systems of *Scutellaria baicalensis* were determined in late September – early October 2018–2020. (at the end of the growing season of plants). A close relationship was revealed between the feeding area and the productivity of the skullcap root systems: an increase in the feeding area has a positive effect on all morpho-biological characteristics of the underground organs of *Scutellaria baicalensis* [12, p. 25]. According to the years of the study, the lowest indicators were observed in the control variant, where the parameters of the root systems: length, diameter, number of lateral tap roots of the 1st order and the size of caudex were significantly inferior to the other two studied variants.

The best results were provided by the third option: the root system is maximally developed; the caudex is well pronounced, the length of which is 1.5 cm longer than in the control variant. Significant differences are also observed in the number of lateral taproots: in option I (33 × 30) there are 4.5 of them, while in option III (33 × 60) – 11.5, which is 1.6 times more than in control. The highest productivity of underground biomass was also obtained in variant III: on average, it reached 51.8 g/plant per plant, which is 32.1 g (162.9 %) more than in the control variant and by 15.9 g (80.7 %) is higher than in option II.

Table 5
Structural composition of aboveground biomass of *Scutellaria baicalensis* Georgi
(average per plant for 2018–2020)

The variants of the experiment (feeding area, cm)	Structure of aboveground biomass							
	Leaves		Flowers		Fruits		Shoots of different orders	
	g	%	g	%	g	%	g	%
I option – 33 × 30 (control)	33.0	37.0	15.3	17.1	4.6	5.2	36.4	40.7
II option – 33 × 45	67.4	38.3	31.0	17.6	12.5	7.1	65.2	37.0
III option – 33 × 60	100.1	39.8	41.2	16.4	18.1	7.2	92.1	36.6

Table 6
Morpho-biological features of root systems *Scutellaria baicalensis* Georgi (average per plant for 2018–2020)

The variants of the experiment (feeding area, cm)	Underground organs					Weight of underground organs, g
	Caudex, cm		Lateral tap roots			
	Length	Diameter	Length, cm	Diameter, cm	Number, pcs.	
I option – 33 × 30 (control)	1.35	1.1	18.6	0.37	4.5	19.7
II option – 33 × 45	2.61	1.5	26.9	0.65	10.3	35.9
III option – 33 × 60	2.85	1.9	31.2	0.70	11.5	51.8
LSD ₀₅ :						
2018						5.1
2019	—	—	—	—	—	7.4
2020	—	—	—	—	—	8.6

The performed mathematical analysis showed that the difference in the productivity of root systems (on average per 1 plant) in the second and third variants, in comparison with the control, was obtained reliable, it significantly exceeds the value of LSD₀₅.

Discussion and Conclusion

The analysis of the obtained results showed that under the conditions of the Middle Urals, *Scutellaria baicalensis* Georgi undergoes a full development cycle during the growing season: the transition to the generative stage was noted at the end of June, the flowering phase began from mid-July, and the fruiting phase – in the first decade of August. The Baikal skullcap adapts quite well to local natural and climatic conditions, as evidenced by such indicators as plant height and average daily growth. The maximum average daily gain was observed in the II and III decades of July, according to the variants it var-

ied from 0.78 (1st stage) to 1.22 cm/day (3rd stage). The experiment revealed the influence of the feeding area on all parameters of *Scutellaria baicalensis*; it has been established that the larger the feeding area, the better the plants are developed, the more leaves, flowers and fruits are formed. The highest productivity of aboveground biomass was obtained with a feeding area of 33 × 60 cm, on average per plant, it was 251.5 g, which is 162.2 g (181.6 %) more than in the control. The yield per unit area reached 1257.4 g/m² – this is the maximum value of aboveground biomass obtained in the experiment.

The underground biomass of *Scutellaria baicalensis* is also closely dependent on the feeding area: it is well developed in the third variant (33 × 60 cm) – 51.8 g/plant, which is 162.9 % more than in the control variant (33 × 30 cm) and 80.7 % higher than in the second version (33 × 45 cm).

References

1. Ilyina T. A. Lekarstvennye rasteniya: bol'shaya illustrirovannaya entsiklopediya [Medicinal plants: A large illustrated encyclopedia]. Moscow: "E", 2017. 304 p. (In Russian.)
2. Filippova I. Rynok rastitel'nykh sredstv: problemy, perspektivy, priority // Remedium. Zhurnal o rossiyskom rynke lekarstv i medicinskoj tekhnike. 2016. No. 7–8. Pp. 15–16. (In Russian.)
3. Abramchuk A. V. Biologicheskaya produktivnost' nadzemnoj biomassy shlemnika baykal'skogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi) [Biological productivity of the above-ground biomass of the *Scutellaria baicalensis* Georgi] // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2019. No. 2. P. 11. (In Russian.)
4. Vse o lekarstvennykh rasteniyakh [All about medicinal plants]. Saint Petersburg: SZKEO, 2016. 192 p. (In Russian.)
5. Safonov N. N. Polnyy atlas lekarstvennykh rasteniy. Moscow: EKSMO, 2017. 312 p. (In Russian.)
6. Pavlova P. A., Egorova P. S. Introduktsionnoe ispytanie *Scutellaria baicalensis* Georgi (shlemnika baiykal'skogo) v Yakutskom botanicheskom sadu [*Scutellaria baicalensis* Georgi introduction test in the Yakutsk botanical garden] // Nauka i obrazovanie. 2015. No. 3. Pp. 89–98. (In Russian.)
7. Simonova N. V., Dorovskikh V. A. Lekarstvennye rasteniya Amurskoy oblasti: uchebnoe posobie [Medicinal plants of the Amur region: a tutorial]. Blagoveshchensk, 2016. 309 p. (In Russian.)
8. Shevchuk O. M., Logvinenko L. A. Osobennosti razvitiya i antioksidantnye svoystva *Scutellaria baicalensis* Georgi pri introduktsiy na Yuzhnyy bereg Kryma [Features of development and antioxidant properties of *Scutellaria ba-*

icalensis georgi during introduction to the Southern coast of Crimea] // Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2018. Pp. 128–134. (In Russian.)

9. Grebennikova O. A., Paliy A. E., Logvinenko L. A. Biologicheski aktivnye veshchestva *Scutellaria baicalensis* Georgi [Biologically active substances *Scutellaria baicalensis* Georgi] // Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2015. Vol. 117. Pp. 60–66. (In Russian.)

10. Abramchuk A. V. Produktivnost' podzemnoy biomassy shlemnika [Productivity of underground biomass of the Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi)] // Agrarnoe obrazovanie i nauka. 2019. No. 1. P. 24. (In Russian.)

11. Insanu M., Rizaldy D., Silviani V., Fidrianny I. Chemical Compounds and Pharmacological Activities of Cucumis genus // Biointerface Research in Applied Chemistry. 2021. Vol. 12. Iss. 1. 2021. Pp. 1324–1334.

12. Khudonogova E. G., Rachenko M. A., Dubrovsky N. G., Popova O. A., Taisayev T. T. Stocks of raw materials of wild medicinal plants in the Western Baikal Region // AGRITECH IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 315. Iss. 07. Article number 72002. DOI: 10.1088/1755-1315/315/7/072002.

13. Kukhareva L. V., Titok V. V., Popov E. G., Gil T. V. Baikal Shlemnik (*Scutellaria baicalensis* Georgi) – useful properties, biology, growth and development during introduction to Belarus // Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia. 2018. No. 17. Pp. 485–487.

14. Darman G. F. Skullcap Baikal – *Scutellaria baicalensis* Georgia // Red Book of the Amur region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi. Official publication. Blagoveshchensk, 2020. Pp. 285–286.

15. Karpukhin M. Yu., Abramchuk A. V. The problem of introduction of rare and endangered plants of the Middle Urals' flora // E3S Web of Conferences. Series: International Scientific and Practical Conference “From Inertia to Develop: Research and Innovation Support to Agriculture”, IDSISA 2020. Article number 03008.

Authors' information:

Anna V. Abramchuk¹, candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0002-7908-4416, AuthorID 94812; +7 953 005-68-44, fito41@mail.ru
Mikhail Yu. Karpukhin¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, vice-rector for research and innovation, ORCID 0000-0002-8009-9121, AuthorID 339196; mkarpukhin@yandex.ru

Svetlana E. Saparklycheva¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-0463-7749, AuthorID 651975; +7 922 295-23-58, s.e.saparklycheva@mail.ru

Valentina V. Chulkova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor, of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367, +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

Фитопатологическая экспертиза сортов картофеля в условиях Московской области

Г. Л. Белов¹✉, М. К. Деревягина¹, В. Н. Зейрук¹, С. В. Васильева¹

¹ ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха, Красково, Россия

✉E-mail: belov.grischa2015@yandex.ru

Аннотация. Цель работы – провести фитопатологическую оценку новых отечественных сортов картофеля в условиях Центрального региона и выделить среди них образцы, отличающихся высоким стабильным уровнем устойчивости к болезням. **Методология и методы исследования.** Исследования проводили на экспериментальной базе «Коренево» Московской области в 2019–2020 гг. Почва дерново-подзолистая супесчаная. ГТК вегетационных периодов 2019 г. – 1,39 (влажный), в 2020 г. – 2,1 (влажный). Объект исследований – 45 сортов отечественной селекции из разных научных учреждений. Все учеты проводили в соответствии со стандартными методиками на естественном инфекционном фоне. **Результаты.** Агрометеоусловия вегетационных сезонов 2019 и 2020 гг. способствовали развитию фитофтороза и были удовлетворительными для поражения ботвы картофеля альтернариозом. Распространенность ризоктониоза была разной: умеренно-депрессивной в 2019 г. и высокой в 2020 г. Наименьшая пораженность за эти годы отмечена только на сорте Утро – 1 % (вирусными болезнями). Выделены сорта картофеля без симптомов поражения растений ризоктониозом – Купец и Утро, морщинистой мозаикой – 19 сортов (41,3 %), скручиванием листьев – 32 сорта (69,6 %). Высокую устойчивость (8–9 баллов) к фитофторозу показали 33 сортообразца (73,3 %), к альтернариозу – 13 (28,9 %). Комплексной устойчивостью к этим болезням выделились сорта Купец, Маринский, Призер, Третьяковка, Аляска, Брусничка, Кумач, Пламя, Сигнал, Утро. Осенний клубневой анализ показал, что у 21 сорта (46,7 %) клубни не были поражены ризоктониозом, у 28 (62,2 %) – паршой обыкновенной, у 11 (24,4 %) – мокрой гнилью. На сортах Брусничка, Северное сияние, Сигнал и Сокур и на гибриде Г-6-14-11 не отмечено клубней с дефектами. **Научная новизна.** Проведена комплексная фитопатологическая оценка новых отечественных сортов картофеля применительно к условиям Московской области и выделены образцы с устойчивостью по растениям и клубням к основным болезням.

Ключевые слова: картофель, сорта, болезни, распространенность, устойчивость, клубневой анализ.

Для цитирования: Белов Г. Л., Деревягина М. К., Зейрук В. Н., Васильева С. В. Фитопатологическая экспертиза сортов картофеля в условиях Московской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 8–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21.

Дата поступления статьи: 20.02.2021, **дата рецензирования:** 02.03.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Картофель является одной из основных культур в сельскохозяйственном производстве в России. Клубни этого растения – ценное продовольственное, техническое и кормовое сырье, которое используется для переработки на картофелепродукты.

В России его справедливо называют вторым хлебом. Потребление его на душу населения – одно из самых высоких в мире – 120 кг. Объем его производства в стране в 2019 г. составил 22 074,9 тыс. т, а его посадки занимают более 1,2 млн га. Но, занимая по валовому производству картофеля третье место, Россия остается одной из последних стран в мире по урожайности (178,2 ц/га) и качеству получаемой продукции [1].

Одной из основных причин снижения эффективности картофелеводства в стране является массовое

развитие грибных и других болезней во время вегетации и хранения, вызванное отсутствием сортов с групповой устойчивостью и сокращением объема проводимых защитных мероприятий. Большое значение в постепенном увеличении вредоносности ряда заболеваний имеют опережающие изменения, происходящие в биологии самих возбудителей, связанные с изменением их пластичности, адаптивности и патогенных свойств.

Кроме того, существенное изменение климата, активный импорт семенных клубней, интенсивный обмен семенным материалом внутри страны, обработка картофеля узкоспециализированными фунгицидами способствуют появлению новых и расширению ареалов существующих возбудителей грибных заболеваний. Так, на картофеле широкое распространение получил альтернариоз. Во многих регионах его вызы-

вают мелкоспоровые виды рода *Alternaria*, чего прежде не наблюдали [2, с. 205], [3, с. 84]. Сильное поражение листьев стали вызывать грибы – некротрофные паразиты родов *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Botrytis* [4, с. 10], [5, с. 313]. На клубнях практически повсеместно встречаются серебристая парша (*Helminthosporium solani* Durieu & Mont.), черная пятнистость (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes) [6, с. 42], [7, с. 263].

По многолетним данным, ежегодный недобор урожая картофеля от патогенов в зависимости от сорта ежегодно составляет от 10 % до 30 % [8, с. 5].

Получение высоких и стабильных урожаев полноценных и здоровых клубней требует современной интегрированной системы защиты картофеля от вредных организмов [8, с. 218]. В настоящее время существующая система мер борьбы с болезнями картофеля базируется на интенсивном использовании пестицидов, что в итоге приводит к отрицательному воздействию не только на агроландшафты, но и на здоровье людей.

Альтернативой химическим препаратам выступают специализированные севообороты, устойчивые сорта, агротехнические и технологические приемы, микробиологические, биологические препараты и регуляторы роста растений, которые позволяют повысить устойчивость культуры к болезням [8, с. 229], [9, с. 8].

Современные тенденции развития защиты растений направлены на разработку и поиск экологически безопасных методов регулирования численности патогенов. С этой точки зрения первостепенное фитосанитарное значение приобретают сорта, сочетающие высокую потенциальную продуктивность и имеющие комплексный иммунитет к болезням и вредителям, возделывание которых позволило бы наиболее полно решать задачи энерго- и ресурсосбережения, охраны окружающей среды и управления агроэкосистемами [8, с. 236], [10, с. 263], [11, с. 592].

Сорт как один из основных элементов инновационной технологии позволяет совершенствовать всю систему сельскохозяйственного производства и повышать его рентабельность на этапе выращивания – за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды; на этапе реализации – за счет более высокой урожайности и высокого качества продукции [12, с. 23].

Внедрение новых сортов, имеющих определенные преимущества перед ранее использованными, является важнейшим фактором увеличения валового производства продукции сельскохозяйственных культур. По данным Россельхозцентра и Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений, сорта картофеля зарубежной селекции используются в РФ более широко, чем отечественные. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, находится более 410 сортов картофеля, из них более 235 российской селекции [13, с. 23]. Из пяти наиболее распространенных в производстве сортов четыре сорта – зарубежные и

только один – российский. Таким образом, РФ находится в критической зависимости от зарубежных сортов.

Организация работы по выведению высокоэффективных сортов картофеля на базе новых отечественных селекционно-генетических технологий исключительно важна в связи с тем, что существующие сорта картофеля в течение нескольких лет теряют устойчивость к заболеваниям, так как постоянно появляются новые вредители, а также расы вирусов и грибов, к которым картофель не имеет устойчивости.

От правильно подобранных сортов для конкретных почвенно-климатических условий в значительной степени зависит урожайность, качество картофеля, его себестоимость и рентабельность отрасли. Сорта картофеля, рекомендуемые для производства, наряду с урожайностью и качеством продукции, должны демонстрировать высокий уровень устойчивости к вредителям и болезням. Поэтому изучение реакции сортообразцов на абиотические и биотические условия в конкретной почвенно-климатической зоне с целью выделения перспективных сортов для производства актуально и имеет большое практическое значение.

В связи с вышеизложенным целью исследования было проведение фитопатологической оценки новых отечественных сортов картофеля в условиях Центрального региона и выделение образцов, отличающихся высоким стабильным уровнем устойчивости к болезням.

Методология и методы исследования (Methods)

Объект исследований – новые сорта картофеля отечественной селекции:

ФГБНУ ВНИИКС: Барин, Варяг, Гранд, Дебют, Красавчик, Краса Мещеры, Корчма, Купец, Пламя, Призер, Садон, Северное сияние, Сигнал, Третьяков-ка, Утро, Эликсир;

ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка»: Калибр, Сиверский, Сударыня, Сердолик;

ФГБНУ Уральский федеральный аграрный НИЦ УрО РАН – филиал Уральского НИИСХ: Аляска, Терра, Легенда;

ФГБУН Казанский НЦ РАН – филиал Татарского НИИСХ: Зумба, Сальса;

ФГБУН ИЦИГ СОРАН - филиал СибНИИРС: Сокур;

ФГБУН СФНЦ РАН – филиал СибНИИСХИТ: Брусничка, Ночка, Юбиляр;

ФГБНУ СибНИИСХ: Держава;

ФГБНУ СФНЦ РАН – филиал Кемеровского НИИСХ: Мариинский, Г. 6-14-11;

ФГБНУ ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайка – филиал Приморского НИИСХ: Августин, Смак, Янтарь, Дачный, Казачок;

ФГБНУ ИСХ КБНЦ: Нальчикский;

ФГБНУ ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН: Захар;

ФГБНУ ФНЦ Северо-Востока – филиал Фаленской СС: Дачница;

Стандарты: Удача, Невский, Гала, Ред Скарлетт.

Оценку сортов проводили на дерново-подзолистых супесчаных почвах экспериментальной базы «Коренево» Московской области, со следующими агрохимическими характеристиками: $pH_{KCl} = 4,9-5,1$; $Hg = 3,3-3,6$ мг-экв на 100 г почвы; $S = 2,5-3,1$ мг-экв на 100 г почвы; $V = 41,0-48,4$ %; содержание фосфора – 342–368 мг/кг почвы и обменного калия 64–130 мг/кг почвы; 1,7–1,9 % гумуса.

Средняя температура воздуха в 2019 г. составила 17,4 °С, в 2020 г. – 17,1 °С, при норме 16,5 °С. Всего осадков выпало в 2019 г. – 292,3 мм, в 2020 г. – 427,1 мм, или 163,95 % от нормы при норме 260,5 мм. Сумма эффективных температур (выше 10 °С): в 2019 г. – 2126,18°, в 2020 г. – 1980,04°. ГТК – в 2019 г. – 1,39 (влажный), в 2020 г. – 2,1 (влажный).

Все учеты проводили в соответствии со стандартными методиками [14, с. 93]. Учеты грибных, бактериальных, вирусных, виroidных и фитомикоплазм-

менных болезней проводили в соответствии со спецификой изучаемого объекта, путем осмотра каждого растения, для определения распространенности.

Распространенность болезней рассчитывали по формуле:

$$P = n/N \times 100,$$

где P – распространенность болезни, %;

n – количество растений или клубней, пораженных болезнью;

N – количество растений или клубней в пробе.

Степень развития болезней и повреждения ботвы рассчитывали по формуле:

$$R = \Sigma(a \times b)/(KN \times 100),$$

где R – степень развития болезни, %;

$\Sigma(a \times b)$ – сумма произведений больных растений (клубней) (a) на соответствующий процент поражения (b) каждого растения (клубня);

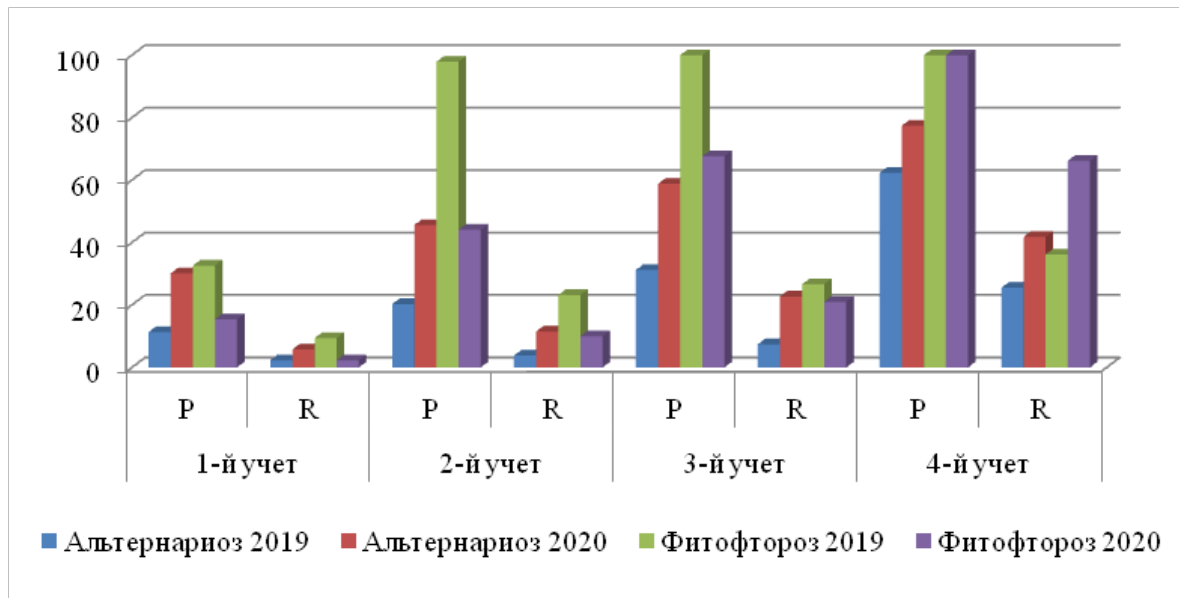


Рис. 1. Распространенность (P) и степень развития (R) альтернариоза и фитофтороза, %

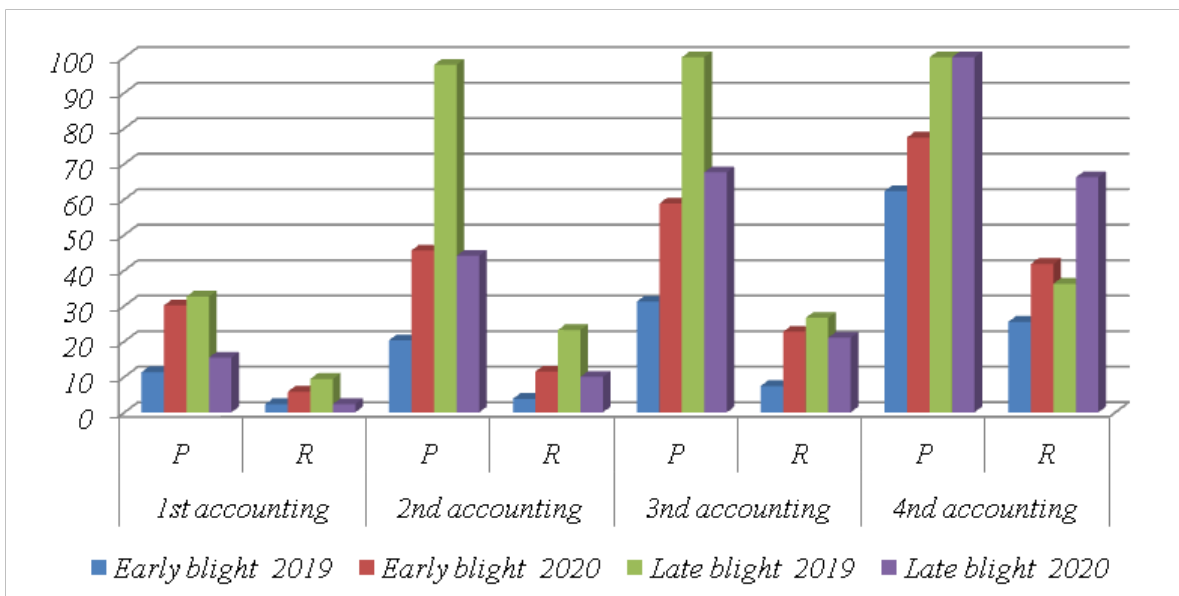


Fig. 1. Prevalence (P) and the degree of development of (R) early blight and late blight %.

N – общее количество учитываемых растений (клубней) в пробах, больных и здоровых.

K – наивысший балл шкалы учета.

Учет поражения фитофторозом и альтернариозом проводили по 9-балльной шкале.

Клубневые анализы проводили в соответствии с ГОСТ 33966-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества» через 1,5 месяца после уборки, средний образец составлял не менее 200 клубней. Больными считают клубни, пораженные в любой степени болезнью, кроме ризиктониоза и парши порошистой (больными считают клубни, покрытые свыше 1/10 поверхности склероциями или язвами), парши обыкновенной (покрытые более 1/3 поверхности клубня язвами); паршу серебристую учитывают только при потере клубнями тургора.

Результаты (Results)

Картофель поражается 54 видами фитопатогенных грибов и грибоподобных организмов, 56 видами вирусов и виридов (39 видов вирусов наиболее распространены), 19 видами нематод, 3 видами фитоплазм и 11 видами бактерий [15, с. 3]. Из распространенных

болезней картофеля наибольшую угрозу представляют собой фитофтороз, альтернариоз и ризиктониоз.

На развитие болезней картофеля влияет комплекс метеорологических факторов: температура, влажность воздуха и почвы, сумма эффективных температур, количество выпавших осадков [16, с. 39]. В оба года исследований погодные условия вегетации в целом были влажными и со средней температурой выше нормы, поэтому способствовали развитию фитофтороза и были удовлетворительными для поражения ботвы картофеля альтернариозом (рис. 1). Так, среднесуточная температура воздуха в июле 2019 г. была ниже климатической нормы на 2,4–16,9 °С, а 2020 г. – 19,4 °С (норма 19,3 °С), Осадков в 2019 г. за месяц выпало 112,6 мм, в 2020 г. – 151,7 мм, что в 1,5–2 раза больше нормы (79,3 мм). Средняя температура воздуха в первой декаде августа 2019 г. была ниже климатической нормы на 4,86–13,94 °С, а в 2020 г. выше климатической нормы на 1,0–19,8 °С (норма 18,8 °С). Осадков выпало в 2019 г. 1,7 раза больше нормы – 33,2 мм, в 2020 г. – на 3,2 мм меньше нормы – 16,6 мм (норма 19,8 мм).

Таблица 1
Результаты учетов болезней на растениях картофеля ранних и среднеранних сортов (распространенность, %)

Сорт	Ризиктониоз			Скручивание листьев			Крапчатая мозаика			Морщинистая и полосчатая мозаика		
	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее
Ранние												
Корчма	11,7	17,0	14,4	0	0	0	16,7	5,0	10,9	0	0	0
Купец	0	0	0	0	0	0	12,0	100,0	56,0	40,0	0	20,0
Легенда	3,3	5,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0	3,0	1,5	0	0	0
Терра	1,7	2,0	1,9	0	3,0	1,5	0	13,0	6,5	0	0	0
Юбиляр	8,3	2,0	5,2	0	3,0	1,5	3,3	50,0	26,7	0	0	0
Удача	5,0	7,0	6,0	0	0	0	20,0	30,0	25,0	5,0	0	2,5
Ред Скарлетт	6,7	1,0	3,9	0	0	0	21,7	80,0	50,9	3,3	5,0	4,2
Среднеранние												
Варяг	20,0	4,0	12,0	0	0	0	3,3	10,0	6,7	0	0	0
Дачница	11,7	1,0	6,4	0	0	0	3,3	2,0	2,7	8,3	1,0	4,7
Дебют	6,7	3,0	4,9	0	0	0	8,3	60,0	34,2	1,7	0	0,9
Захар	10,0	0	5,0	0	0	0	0	80,0	40,0	21,7	11,0	16,4
Зумба	0	2,0	1,0	0	2,0	1,0	0	30,0	15,0	0	0	0
Калибр	5,0	0	2,5	0	8,0	4,0	3,3	0	1,7	0	6,0	3,0
Краса Мещеры	1,7	10,0	6,4	0	0	0	0	50,0	25,0	0	0	0
Красавчик	5,0	3,0	4,0	0	0	0	5,0	2,0	3,5	0	0	0
Мариинский	10,0	6,0	8,0	0	0	0	18,3	90,0	54,2	0	5,0	2,5
Ночка	3,3	0	1,7	0	0	0	6,7	50,0	28,4	1,7	50,0	25,9
Призер	8,3	3,0	5,7	0	0	0	13,3	50,0	31,7	0	0	0
Садон	0	5,0	2,5	0	0	0	56,7	30,0	43,4	26,7	0	13,4
Сальса	6,7	0	3,4	0	1,0	0,5	6,7	80,0	43,4	1,7	0	0,9
Сердолик	5,0	3,0	4,0	0	0	0	5,0	6,0	5,5	0	0	0
Сударыня	1,7	4,0	2,9	0	0	0	6,7	4,0	5,4	1,7	0	0,9
Третьяковка	3,3	1,0	2,2	0	0	0	3,3	0	1,7	0	0	0
Эликсред	8,3	3,0	5,7	1,7	0	0,9	1,7	6,0	3,9	6,7	6,0	6,4
Г-6-14-11	5,0	1,0	3,0	0	0	0	5,0	30,0	17,5	0	6,0	3,0
Невский	3,3	0	1,7	0	0	0	0	80,0	40,0	0	2,0	1,0
Гала	1,7	2,0	1,9	0	0	0	5,0	0	2,5	0	1,0	0,5

Table 1

Results of accounting of diseases on potato plants of early and mid-early varieties (prevalence, %)

Variety	Black scurf			Twisting the leaves			Mottled mosaic			Wrinkled and striped mosaic		
	2019	2020	Average	2019	2020	Average	2019	2020	Average	2019	2020	Average
Early varieties												
<i>Korchma</i>	11.7	17.0	14.4	0	0	0	16.7	5.0	10.9	0	0	0
<i>Kupets</i>	0	0	0	0	0	0	12.0	100.0	56.0	40.0	0	20.0
<i>Legenda</i>	3.3	5.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0	3.0	1.5	0	0	0
<i>Terra</i>	1.7	2.0	1.9	0	3.0	1.5	0	13.0	6.5	0	0	0
<i>Yubilyar</i>	8.3	2.0	5.2	0	3.0	1.5	3.3	50.0	26.7	0	0	0
<i>Udacha</i>	5.0	7.0	6.0	0	0	0	20.0	30.0	25.0	5.0	0	2.5
<i>Red Skarlett</i>	6.7	1.0	3.9	0	0	0	21.7	80.0	50.9	3.3	5.0	4.2
Medium-early varieties												
<i>Varyag</i>	20.0	4.0	12.0	0	0	0	3.3	10.0	6.7	0	0	0
<i>Dachnitsa</i>	11.7	1.0	6.4	0	0	0	3.3	2.0	2.7	8.3	1.0	4.7
<i>Debyut</i>	6.7	3.0	4.9	0	0	0	8.3	60.0	34.2	1.7	0	0.9
<i>Zakhar</i>	10.0	0	5.0	0	0	0	0	80.0	40.0	21.7	11.0	16.4
<i>Zumba</i>	0	2.0	1.0	0	2.0	1.0	0	30.0	15.0	0	0	0
<i>Kalibr</i>	5.0	0	2.5	0	8.0	4.0	3.3	0	1.7	0	6.0	3.0
<i>Krasa Meshchery</i>	1.7	10.0	6.4	0	0	0	0	50.0	25.0	0	0	0
<i>Krasavchik</i>	5.0	3.0	4.0	0	0	0	5.0	2.0	3.5	0	0	0
<i>Mariinskiy</i>	10.0	6.0	8.0	0	0	0	18.3	90.0	54.2	0	5.0	2.5
<i>Nochka</i>	3.3	0	1.7	0	0	0	6.7	50.0	28.4	1.7	50.0	25.9
<i>Prizer</i>	8.3	3.0	5.7	0	0	0	13.3	50.0	31.7	0	0	0
<i>Sadon</i>	0	5.0	2.5	0	0	0	56.7	30.0	43.4	26.7	0	13.4
<i>Sal'sa</i>	6.7	0	3.4	0	1.0	0.5	6.7	80.0	43.4	1.7	0	0.9
<i>Serdolik</i>	5.0	3.0	4.0	0	0	0	5.0	6.0	5.5	0	0	0
<i>Sudarynya</i>	1.7	4.0	2.9	0	0	0	6.7	4.0	5.4	1.7	0	0.9
<i>Tret'yakovka</i>	3.3	1.0	2.2	0	0	0	3.3	0	1.7	0	0	0
<i>Eliksred</i>	8.3	3.0	5.7	1.7	0	0.9	1.7	6.0	3.9	6.7	6.0	6.4
<i>G-6-14-11</i>	5.0	1.0	3.0	0	0	0	5.0	30.0	17.5	0	6.0	3.0
<i>Nevskiy</i>	3.3	0	1.7	0	0	0	0	80.0	40.0	0	2.0	1.0
<i>Gala</i>	1.7	2.0	1.9	0	0	0	5.0	0	2.5	0	1.0	0.5

К середине августа (последний учет) распространенность фитофтороза в среднем за два года достигла 100,0 %, степень развития – 51,2 %, альтернариоза – 69,9 % и 33,7 % соответственно.

Важными условиями, определяющими развитие ризиктониоза, являются также кислотность и гранулометрический состав почвы [16, с. 38], [17, с. 65]. Погодные условия в начале вегетации картофеля 2019 г. не способствовали развитию ризиктониоза. Так, среднесуточная температура воздуха в третьей декаде мая составила 18,7 °С, что на 4,1 °С выше климатической нормы (14,6 °С), в первой декаде июня – 21,8 °С, что на 5,85 °С выше нормы (15,95 °С). Осадков выпало 11,0 мм при норме 21,8 мм и 0,2 мм при норме 19,4 мм соответственно. Процент пораженных растений составил 5,3 %.

В агрометеорологических условиях вегетационного периода 2020 г. распространенность ризиктониоза была высокой. Этому способствовали погодные условия по всей вегетации. Среднесуточная температура воздуха в третьей декаде мая составила 11,3 °С, что на 3,3 °С ниже климатической нормы (14,6 °С), в первой декаде июня – 17,1 °С при норме 15,95 °С).

Осадков выпало в третьей декаде мая 3,7 раза больше нормы – 79,8 мм (норма – 21,8 мм), а в первой декаде июня более чем в три раза – 59,9 мм (норма – 19,4 мм).

Процент растений с поражением стеблей и корней в фазу всходов уже составил 100,0 %, а степень развития на стеблях – 34,4 %, на столонах – 2,5 %.

В сложившихся погодных условиях вегетационных периодов 2019–2020 гг. по результатам проведенного обследования в среднем наименьшая пораженность отмечена только на одном сорте Утро (всего 1 %, все – вирусными болезнями). В 2019 г. 2 сорта (Зумба и Утро) не имели визуального проявления грибных, вирусных и бактериальных болезней растений (таблицы 1 и 2).

В 2019 г. растений с поражением черной ножки не было, в 2020 г. обнаружили на трех сортах – Казачок (9,0 %), Дачница (6,0 %) и Ночка (1,3 %).

Распространенность ризиктониоза на сортаобразцах в среднем за два года составила от 0 % до 14,4 % (сорт Корчма). Наименьшая пораженность отмечена на сортах Зумба, Брусничка, Смак (0,9–1,0 %). На сортах Купец, Утро симптомов поражения ризиктониозом не отмечено.

Результаты учета болезней на растениях картофеля среднеспелых и среднепоздних сортов
(распространенность, %)

Сорт	Ризоктониоз			Скручивание			Крапчатая мозаика			Морщинистая и полосчатая мозаика		
	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее	2019 г.	2020 г.	Среднее
Среднеспелые												
Августин	5,0	2,0	3,5	0	0	0	5,0	80,0	42,5	0	0	0
Аляска	5,0	3,0	4,0	0	0	0	6,7	3,0	4,9	0	0	0
Барин	3,3	0,0	1,7	0	2,0	1,0	3,3	0,0	1,7	0	0	0
Брусничка	1,7	0,0	0,9	0	4,0	2,0	0	3,0	1,5	0	0	0
Гранд	0	7,0	3,5	0	0	0	1,7	7,0	4,4	0	0	0
Дачный	6,7	0,0	3,4	0	0	0	1,7	80,0	40,9	3,3	10,0	6,7
Держава	3,3	4,0	3,7	0	2,0	1,0	3,3	50,0	26,7	0	1,0	0,5
Кумач	11,7	12,0	11,9	0	7,0	3,5	0	8,0	4,0	0	0	0
Нальчикский	11,7	2,0	6,9	0	0	0	18,3	30,0	24,2	1,7	2,0	1,9
Пламя	5,0	7,0	6,0	0	10,0	5,0	11,7	1,0	6,4	5,0	0,0	2,5
Северное сияние	5,0	1,0	3,0	0	2,0	1,0	10,0	50,0	30,0	0	15,0	7,5
Сиверский	5,0	4,0	4,5	0	0	0	5,0	5,0	5,0	3,3	4,0	3,7
Сигнал	5,0	2,0	3,5	0	0	0	1,7	4,0	2,9	0	0	0
Сокур	10,0	4,0	7,0	0	0	0	1,7	1,0	1,4	0	0	0
Утро	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,5	0	1,0	0,5
Среднепоздние												
Казачок	6,7	7,0	6,9	0	0	0	16,7	15,0	15,9	0	3,0	1,5
Смак	1,7	0,0	0,9	0	4,0	2,0	11,7	80,0	45,9	3,3	0,0	1,7
Янтарь	3,3	4,0	3,7	0	0	0	3,3	30,0	16,7	5,0	10,0	7,5

Table 2

Results of accounting of diseases on potato plants of medium-ripe and medium-late varieties (prevalence, %)

Variety	Black scurf			Twisting the leaves			Mottled mosaic			Wrinkled and striped mosaic		
	2019	2020	Average	2019	2020	Average	2019	2020	Average	2019	2020	Average
Medium-ripened varieties												
Avgustin	5,0	2,0	3,5	0	0	0	5,0	80,0	42,5	0	0	0
Alyaska	5,0	3,0	4,0	0	0	0	6,7	3,0	4,9	0	0	0
Barin	3,3	0,0	1,7	0	2,0	1,0	3,3	0,0	1,7	0	0	0
Brusnichka	1,7	0,0	0,9	0	4,0	2,0	0	3,0	1,5	0	0	0
Grand	0	7,0	3,5	0	0	0	1,7	7,0	4,4	0	0	0
Dachnyy	6,7	0,0	3,4	0	0	0	1,7	80,0	40,9	3,3	10,0	6,7
Derzhava	3,3	4,0	3,7	0	2,0	1,0	3,3	50,0	26,7	0	1,0	0,5
Kumach	11,7	12,0	11,9	0	7,0	3,5	0	8,0	4,0	0	0	0
Nal'chikskiy	11,7	2,0	6,9	0	0	0	18,3	30,0	24,2	1,7	2,0	1,9
Plamya	5,0	7,0	6,0	0	10,0	5,0	11,7	1,0	6,4	5,0	0,0	2,5
Severnoe siyanie	5,0	1,0	3,0	0	2,0	1,0	10,0	50,0	30,0	0	15,0	7,5
Siverskiy	5,0	4,0	4,5	0	0	0	5,0	5,0	5,0	3,3	4,0	3,7
Signal	5,0	2,0	3,5	0	0	0	1,7	4,0	2,9	0	0	0
Sokur	10,0	4,0	7,0	0	0	0	1,7	1,0	1,4	0	0	0
Utro	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,5	0	1,0	0,5
Mid-late varieties												
Kazachok	6,7	7,0	6,9	0	0	0	16,7	15,0	15,9	0	3,0	1,5
Smak	1,7	0,0	0,9	0	4,0	2,0	11,7	80,0	45,9	3,3	0,0	1,7
Yantar'	3,3	4,0	3,7	0	0	0	3,3	30,0	16,7	5,0	10,0	7,5

В 2019 г. распространенность ризоктониоза на сортообразцах составила от 0 до 20,0 %, в 2020 г. – 0 до 17,0 % (сорт Корчма). Наименьшая пораженность отмечена на сортах Терра, Краса Мещеры, Сударыня, Гала, Брусничка, Смак (1,7 %), в 2020 г. – Ред Скарлетт, Третьяковка, Дачница, Г-6-14-11, Северное сияние (1,0 %). В 2019 г. на сортах Купец, Зумба, Садон, Гранд, Утро, а в 2020 г. – Купец, Захар, Ночка, Сальса, Невский, Барин, Брусничка, Дачный, Утро, Смак симптомов поражения ризоктониозом отмечено не было.

Из вирусных болезней отмечены симптомы поражения крапчатой, морщинистой мозаиками, скручиванием листьев. Не имели симптомов поражения вирусными заболеваниями в 2019 г. сорта Легенда, Терра, Зумба, Краса Мещеры, Невский, Брусничка, Кумач, Утро, в 2020 г. – только сорт Третьяковка.

В среднем за два года наименьшая пораженность крапчатой мозаикой отмечена на сортах Утро (0,5 %), Сокур (1,4 %), Брусничка и Легенда (1,5 %). В 2019 г. 9 сортов (20,0 %), в 2020 г. 4 сорта (8,7 %) (Калибр, Третьяковка, Гала, Барин) не имели признаков поражения крапчатой мозаикой. В 2019 г. наименьшая пораженность отмечена на сортах Эликсред, Гранд,

Дачный, Сигнал, Сокур (1,7 %), в 2020 г. – Пламя, Сокур, Утро (1,0 %).

Пораженность растений картофеля Y-вирусом (морщинистая и полосчатая мозаика) в среднем за два года составила 0,5 % (сорта Держава и Утро) до 25,9 % (сорт Ночка). На 19 сортах (41,3 %) не было симптомов этого заболевания. Пораженность растений картофеля скручиванием листьев составила от 0,5 % (сорт Сальса) до 5,0 % (сорт Пламя). На 32 сортах (69,6 %) не наблюдали симптомов этого заболевания.

В 2019 г. пораженность растений картофеля морщинистой и полосчатой мозаикой составила от 1,7 % (сорта Ночка, Сальса, Сударыня, Нальчикский) до 40,0 % (сорт Купец), в 2020 г. – от 1,0 % (сорта Дачница, Гала, Держава, Утро) до 50,0 % (сорт Ночка). В 2019 г. на 26 сортах (57,7 %), в 2020 г. – на 27 сортах (58,7 %) не было симптомов этого заболевания.

В 2019 г. симптомы скручивания листьев отмечены только на сорте Эликсред (1,7 %). В 2020 г. пораженность растений картофеля скручиванием листьев составила от 1,0 % (сорт Сальса) до 10,0 % (сорт Пламя). На 33 сортах (71,7 %) не было симптомов этого заболевания.

Таблица 3

Устойчивость растений картофеля к фитофторозу и альтернариозу в среднем за 2019–2020 гг.

Сорт	Балл		Сорт	Балл	
	Фитофтороз	Альтернариоз		Фитофтороз	Альтернариоз
Ранние			Среднепоздние		
Корчма	8,5	7,0	Августин	8,5	7,5
Купец	8,5	8,0	Аляска	8,5	8,0
Легенда	8,5	7,5	Барин	8,5	5,5
Терра	7,5	7,5	Брусничка	9,0	8,0
Юбиляр	6,5	7,5	Гранд	8,5	7,5
Удача	9,0	5,5	Дачный	8,0	7,5
Ред Скарлетт	8,5	6,0	Держава	8,0	5,5
Среднеранние			Кумач	8,0	8
Варяг	8,0	7,0	Нальчикский	8,5	6,5
Дачница	7,0	6,5	Пламя	9	8
Дебют	9,0	7,0	Северное сияние	8	7
Захар	8,5	6,0	Сиверский	7	7
Зумба	8,0	5,5	Сигнал	9	8
Калибр	7,5	7,5	Сокур	7,5	8
Краса Мещеры	7,0	7,0	Утро	8,5	9
Красавчик	8,5	7,0	Среднепоздние		
Мариинский	9,0	8,5	Казачок	8,5	6
Ночка	7,5	7,5	Смак	8,5	8
Призер	8,5	8,0	Янтарь	8,5	6
Садон	8,0	7,0			
Сальса	7,5	6			
Сердолик	8,0	6,5			
Сударыня	7,5	6,5			
Третьяковка	9,0	8,5			
Эликсред	7,5	8			
Г-6-14-11	9,0	7,5			
Невский	9,0	7			
Гала	7,5	7,5			

Plant resistance of potato to late blight and early blight on average for 2019–2020

Variety	Score		Variety	Score	
	Late blight	Early blight		Late blight	Early blight
<i>Early varieties</i>			<i>Medium-ripened varieties</i>		
<i>Korchma</i>	8,5	7,0	<i>Avgustin</i>	8.5	7.5
<i>Kupets</i>	8,5	8,0	<i>Alyaska</i>	8.5	8.0
<i>Legenda</i>	8,5	7,5	<i>Barin</i>	8.5	5.5
<i>Terra</i>	7,5	7,5	<i>Brusnichka</i>	9.0	8.0
<i>Yubilyar</i>	6,5	7,5	<i>Grand</i>	8.5	7.5
<i>Udacha</i>	9,0	5,5	<i>Dachnyy</i>	8.0	7.5
<i>Red Skarlett</i>	8,5	6,0	<i>Derzhava</i>	8.0	5.5
<i>Medium-early varieties</i>			<i>Kumach</i>	8.0	8
<i>Varyag</i>	8,0	7,0	<i>Nal'chikskiy</i>	8.5	6.5
<i>Dachnitsa</i>	7,0	6,5	<i>Plamya</i>	9	8
<i>Debyut</i>	9,0	7,0	<i>Severnoe siyanie</i>	8	7
<i>Zakhar</i>	8,5	6,0	<i>Siverskiy</i>	7	7
<i>Zumba</i>	8,0	5,5	<i>Signal</i>	9	8
<i>Kalibr</i>	7,5	7,5	<i>Sokur</i>	7.5	8
<i>Krasa Meshchery</i>	7,0	7,0	<i>Utro</i>	8.5	9
<i>Krasavchik</i>	8,5	7,0	<i>Mid-late varieties</i>		
<i>Mariinskiy</i>	9,0	8,5	<i>Kazachok</i>	8.5	6
<i>Nochka</i>	7,5	7,5	<i>Smak</i>	8.5	8
<i>Prizer</i>	8,5	8,0	<i>Yantar'</i>	8.5	6
<i>Sadon</i>	8,0	7,0			
<i>Sal'sa</i>	7,5	6			
<i>Serdolik</i>	8,0	6,5			
<i>Sudarynya</i>	7,5	6,5			
<i>Tret'yakovka</i>	9,0	8,5			
<i>Elik sred</i>	7,5	8			
<i>G-6-14-11</i>	9,0	7,5			
<i>Nevskiy</i>	9,0	7			
<i>Gala</i>	7,5	7,5			

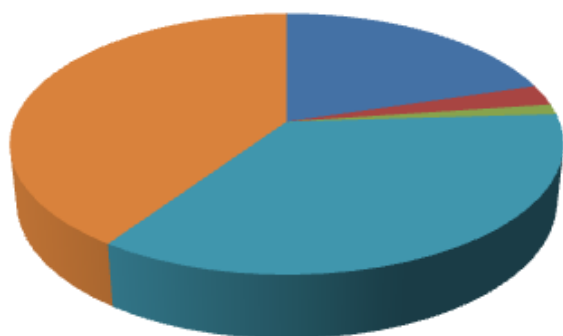
Учеты показали высокую устойчивость (8–9 баллов) к фитофторозу у 33 (73,3 %) сортов образцов (из них 7 сортов – 9 баллов) (таблица 3). На сортах Пламя, Сигнал, Третьяковка, Брусничка, Невский, Мариинский и гибрид Г-6-14-11 наблюдали 9-балльную устойчивость в оба года наблюдений. К альтернариозу 13 сортов (28,9 %) показали высокую устойчивость (8–9 баллов). Среди них у сорта Утро в оба года отмечено 9 баллов. Сорта Купец, Мариинский, Призер, Третьяковка, Аляска, Брусничка, Кумач, Пламя, Сигнал, Утро и Смак показали высокую комплексную устойчивость к обоим болезням.

Результаты клубневых анализов, проведенные через месяц после закладки клубней картофеля нового урожая на постоянное хранение, показали, что наибольшее распространение на клубнях имели сухие и мокрые гнили, различные дефекты. При этом в 2019 г. клубни в основном были поражены мокрой гнилью, а в 2020 г. – сухой (рис. 2).

В среднем за два года среди ранних сортов наиболее поражены сухой гнилью Юбиляр (4,3 %) и Ред Скарлетт (3,5 %), мокрой гнилью – Корчма и Юбиляр (3,0 %). На клубнях сортов Легенда и Удача в оба

года наблюдений не отмечали мокрую гниль. Среди ранних сортов только клубни сорта Терра были поражены фитофторозом. Симптомы поражения паршой обыкновенной обнаружили только на сорте Удача в оба года исследований (в среднем 0,75 %). Склероциями ризоктониоза были поражены клубни сортов Удача (1,3 %), Легенда и Юбиляр.

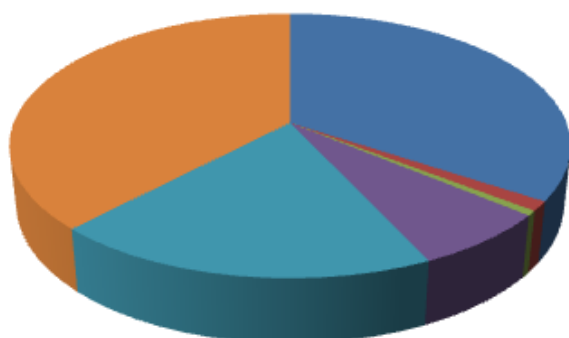
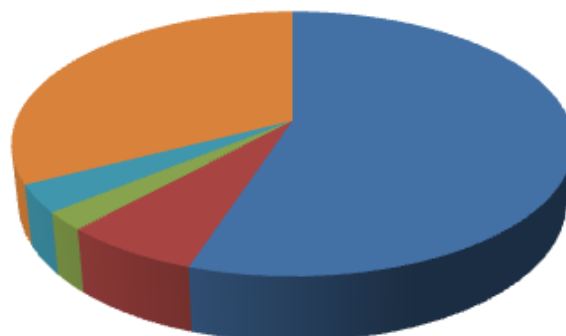
Среди среднеранних сортов наиболее поражены сухой гнилью – Ночка (6,5 %) и Дачница (5,8 %), мокрой гнилью – Садон (1,9 %), Призер и Мариинский (по 1,8 %). При этом мокрую гниль, как и на раннем сорте Юбиляр, отмечали только в 2019 г. Клубни сортов Варяг, Дебют, Красавчик, Ночка, Эликсред, Невский, Гала в оба года не были поражены мокрой гнилью. На клубнях сортов Краса Мещеры и Сердолик отмечен фитофтороз (0,5 %). В 2019 г. Только на сорте Калибр обнаружены склероции ризоктониоза, а в 2020 г. – на 6 сортах (наибольшее – 3,0 % – на сорте Дачница). На сорте Краса Мещеры в оба года были поражены клубни паршой обыкновенной (0,5 %). При этом в 2019 г. это был единственный сорт с симптомами этой болезни (в 2020 г. их 5).



а)

Ранние сорта

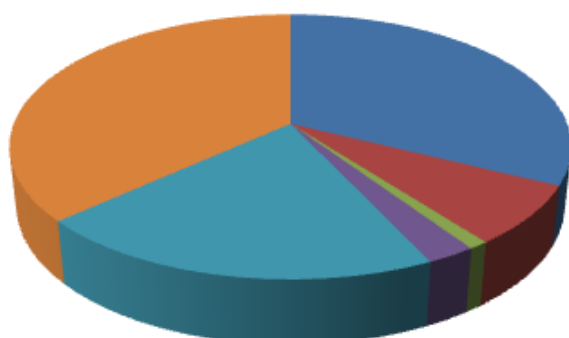
б)



а)

Среднеранние сорта

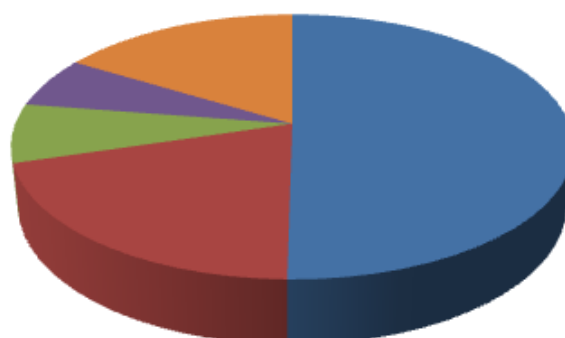
б)



а)

Среднепоздние сорта

б)



■ Сухая гниль

■ Ризоктониоз

■ Парша обыкновен.



■ Почвенный вирус

■ Мокрая гниль

■ Израстание и другие дефекты

а)

Среднепоздние сорта

б)

Рис. 2. Распространенность болезней на клубнях в 2019 г. (а) и 2020 г. (б)

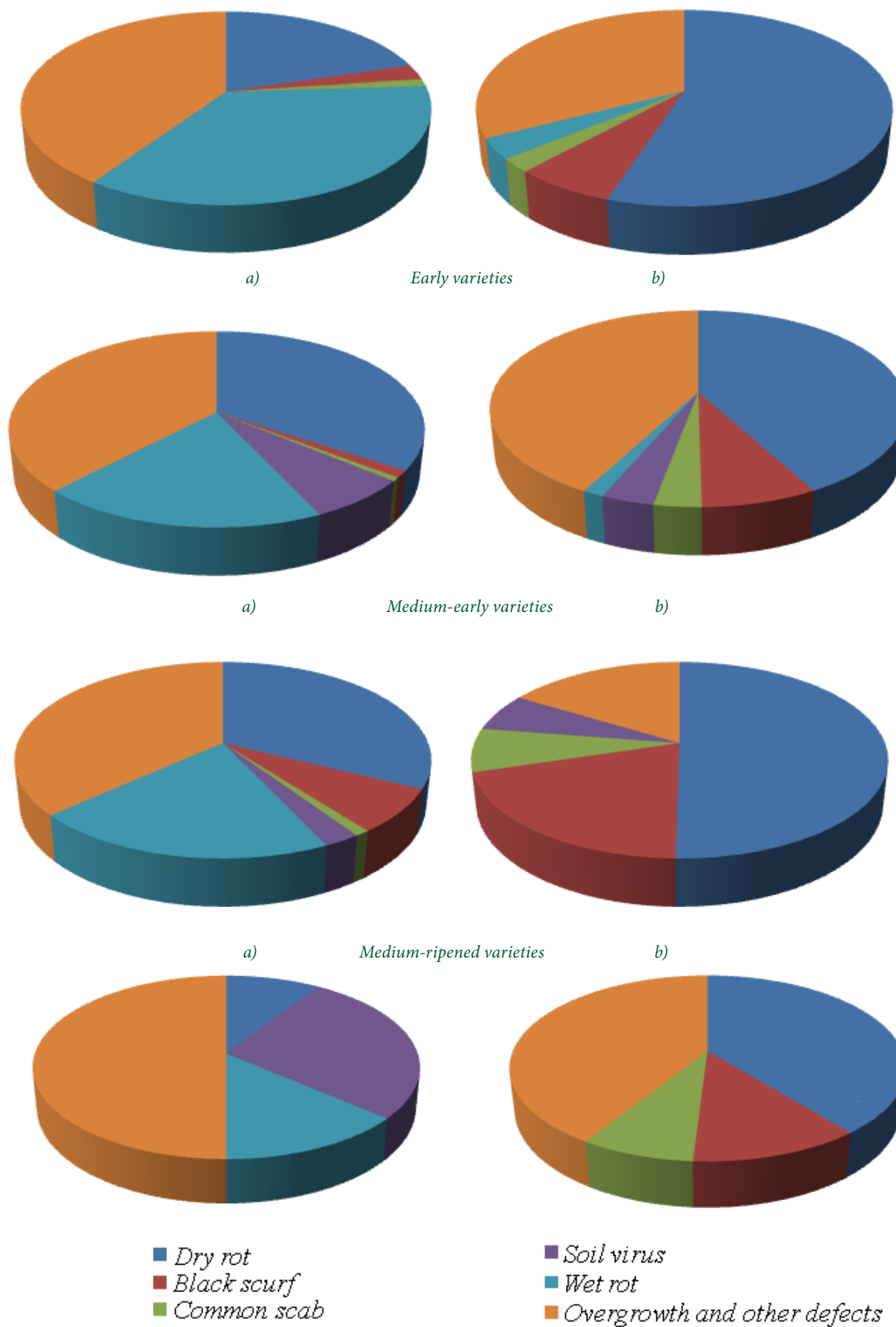


Fig. 2. The prevalence of diseases on tubers in 2019 (a) and 2020 (b)

Наибольшее количество клубней с поражением сухой гнилью было на среднеспелых сортах Северное сияние (9,75 %) и Нальчикский (7,0 %), наименьшее – на сортах Пламя (0,5 %) и Брусничка (0,75 %). Симптомы мокрой гнили отмечены на сортах Кумач (2,75 %) и Северное сияние (2,5 %). Клубни сортов Августин, Держава, Дачный, Сиверский не были поражены мокрой гнилью. У сортов Аляска, Кумач, Нальчикский, Северное сияние и Сигнал на клубнях не наблюдали поражения паршой обыкновенной и черной (ризоктониозом) оба года исследований.

За два года исследований у среднепоздних сортов только клубни сорта Казачок не имели симптомов мокрой гнили, парши черной и обыкновенной. Но в то же время они были наиболее поражены сухой гнилью и почвенными вирусами.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, распространенность и степень болезней зависят от погодных условий, что согласуется с данными отечественных и зарубежных исследова-

телей [16, с. 38], [17, с. 307]. По результатам фитопатологической оценки 2019–2020 гг. наименьшая пораженность отмечена только на одном сорте Утро (1 % растений, все – вирусными болезнями). Выделены сорта картофеля без поражения растений ризоктониозом – Купец и Утро, у 19 сортов (41,3 %) не было симптомов морщинистой мозаики, у 32 сортов (69,6 %) – скручивания листьев.

Высокую устойчивость (8–9 баллов) к фитофторозу показали 33 сортообразца (73,3 %), к альтернариозу – 13 сортов (28,9 %). С комплексной устойчивостью к этим болезням выделились сорта Купец, Мариинский, Призер, Третьяковка, Аляска, Брусничка, Кумач, Пламя, Сигнал, Утро.

Клубневой анализ показал, что клубни 21 сорта (46,7 %) не были поражены ризоктониозом, 28 сортов (62,2 %) – паршой обыкновенной, 24,4 % – мокрой гнилью. На сортах Брусничка, Северное сияние, Сигнал и Сокур и на гибриде Г-6-14-11 клубней с дефектами не отмечено.

Библиографический список

- Osipov V., Zhevora S., Yanushkina N. Efficiency of potato production: analysis of variation and differentiation of regions of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science electronic resource. 2019. Vol. 274. Article number 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012060.
- Kokaeva L. Y., Belosokhov A. F., Doeva L. Y., Skolotneva E. S., Elansky S. N. Distribution of *Alternaria* species on blighted potato and tomato leaves in Russia // Journal of Plant Diseases and Protection. 2018. Vol. 125. No. 2. Pp. 205–212. DOI: 10.1007/s41348-017-0135-3.
- Орина А. С., Ганнибал Ф. Б. Взаимоотношения видов *Alternaria* в составе комплексной инфекции листьев картофеля // Современная микология в России: материалы 4-го Съезда микологов России. Москва, 2017. С. 82–84.
- Кокаева Л. Ю., Хуснетдинова Т. И., Березов Ю. И., Балабко П. Н., Еланский С. Н. Видовой состав грибов, ассоциированных с листьями картофеля // Защита картофеля. 2017. № 2. С. 8–11.
- Belov G. L., Belosokhov A. F., Kutuzova I. A., Statsyuk N. V., Chudinova E. M., Alexandrova A. V., Kokaeva L. Y., Elansky S. N. *Colletotrichum coccodes* in potato and tomato leaves in Russia // Journal of Plant Diseases and Protection. 2018. Vol. 125. No. 3. Pp. 311–317.
- Хуснетдинова Т. И., Кутузова И. А., Проничева И. С., Кокаева Л. Ю., Побединская М. А., Чудинова Е. М., Еланский С. Н. Устойчивость штаммов возбудителя серебристой парши картофеля (*Helminthosporium solani*) к тиабендазолу // Агрохимический вестник. 2017. № 1. С. 40–43.
- Белосохов А. Ф., Миславский С. М., Ярмеева М. М., Еланский С. Н. Комплекс видов микромицетов, ассоциированных с клубнями картофеля // Современная микология в России. Москва, 2020. Т. 8. С. 262–263.
- Зейрук В. Н., Жевора С. В., Васильева С. В., Белов Г. Л., Долженко В. И., Кузнецова М. А., Анисимов Б. В., Еланский С. Н. Атлас болезней, вредителей, сорняков картофеля и мероприятия по борьбе с ними. Москва: Наука. 2020. 322 с.
- Черемисин А. И. Эффективность применения химических и биологических средств защиты в системе оригинального семеноводства картофеля: методические указания. Омск, 2016. 32 с.
- Еренкова Л. А., Борисова Н. П., Молявко А. А., Марухленко А. В. Влияние сорта на улучшение экологической среды при выращивании картофеля // Картофелеводство: материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля». Москва, 2018. С. 263–267.
- Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.
- Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Жевора С. В., Митюшкин Алексей В., Журавлев А. А., Митюшкин Александр В., Гайзатулин А. С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России // Картофель и овощи. 2020. № 12. С. 22–26.
- Сорта картофеля Российской селекции / Под общ. ред. Е. А. Симакова. Москва, 2018. 119 с.
- Жевора С. В., Федотова Л. С., Старовойтов В. И., Зейрук В. Н., Коршунов А. В., Пшеченков К. А., Тимошина Н. А., Мальцев С. В., Старовойтова О. А., Васильева С. В., Шабанов А. Э., Дервягина М. К., Бе-

лов Г. Л., Киселев А. И., Князева Е. В. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле. Москва: ФГБНУ ВНИИКСХ, 2019. 120 с.

15. Игнатов А. Н., Паньчева Ю. С., Воронина М. В., Джалилов Ф. С. У. Бактериозы картофеля в Российской Федерации // Картофель и овощи. 2018. № 1. С. 3–7.

16. Белов Г. Л., Зейрук В. Н., Васильева С. В., Деревягина М. К., Глез В. М. Перспективный анализ развития основных болезней картофеля в Центральном регионе России // Защита и карантин растений. 2017. № 12. С. 37–39.

17. Малюга А. А., Енина Н. Н., Щеглова О. В., Чуликова Н. С. Влияние предшественников и предпосадочного протравливания клубней на численность возбудителя ризоктониоза картофеля в почве // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 64–68. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10312.

18. Campos H., Ortiz O. The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Springer, Cham. 2020. 524 p.

Об авторах:

Григорий Леонидович Белов¹, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID 0000-0002-3002-8173, AuthorID 786684; +7 903 536-01-38, belov.grischa2015@yandex.ru

Марина Константиновна Деревягина¹, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID 0000-0003-3179-4723, AuthorID 310470

Владимир Николаевич Зейрук¹, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией защиты растений, ORCID 0000-0002-9930-4463, AuthorID 107535

Светлана Викторовна Васильева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты растений, ORCID 0000-0002-7589-3929, AuthorID 769622

¹ ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха, Красково, Россия

Phytopathological examination of potato varieties in the conditions of the Moscow region

G. L. Belov¹✉, M. K. Derevyagina¹, V. N. Zeyruk¹, S. V. Vasilyeva¹

¹ Russian Potato Research Centre, Kraskovo, Russia

✉ E-mail: belov.grischa2015@yandex.ru

Abstract. The aim of the work is to conduct a phytopathological assessment of new domestic potato varieties in the conditions of the Central Region and to identify among them samples that are characterized by a high stable level of resistance to diseases. **Methods.** The research was carried out at the experimental base “Korenevo” in the Moscow region in 2019–2020. The soil is sod-podzolic sandy loam. The SCC of the growing seasons in 2019 is 1.39 (wet) and in 2020 2.1 (wet). The object of research is 45 varieties of domestic selection from different scientific institutions. All counts were carried out in accordance with standard methods on a natural infectious background. **Results.** The agrometeorological conditions of the growing seasons of 2019 and 2020 contributed to the development of late blight and were satisfactory for the defeat of potato tops by alternariasis. The prevalence of rhizoctoniosis was different – moderate – depressive in 2019 and high in 2020. The lowest incidence over these years was noted only in the Morning variety – 1 % (viral diseases). Potato varieties without symptoms of plant damage by rhizoctoniosis – Merchant and Morning, wrinkled mosaic – 19 varieties (41.3 %), twisting of leaves – 32 varieties (69.6 %) were identified. 33 (73.3 %) cultivars showed high resistance (8–9 points) to late blight, and 13 (28.9 %) to alternariasis. The varieties Kupets, Mariinskiy, Prizer, Tret'yakovka, Alyaska, Brusnichka, Kumach, Plamya, Signal, and Uro were distinguished by their complex resistance to these diseases. The autumn tuberous analysis showed that in 21 varieties (46.7 %) tubers were not affected by rhizoctoniosis, 28 (62.2 %) – scab, 11 (24.4 %) – wet rot. On the varieties of Lingonberry, Northern Lights, Signal and Sokur and on the hybrid G-6-14-11 no tubers with defects were found. **Scientific novelty.** A comprehensive phytopathological assessment of new domestic potato varieties in relation to the conditions of the Moscow region was carried out and samples with plant and tuber resistance to major diseases were identified.

Keywords: potato, varieties, diseases, prevalence, resistance, tuberous analysis.

For citation: Belov G. L., Derevyagina M. K., Zeyruk V. N., Vasilyeva S. V. Fitopatologicheskaya ekspertiza sortov kartofelya v usloviyakh Moskovskoy oblasti [Phytopathological examination of potato varieties in the conditions of the Moscow region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 8–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21. (In Russian.)

Date of paper submission: 20.02.2021, **date of review:** 02.03.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

References

1. Osipov V., Zhevora S., Yanushkina N. Efficiency of potato production: analysis of variation and differentiation of regions of the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science electronic resource. 2019. Vol. 274. Article number 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012060.
2. Kokaeva L. Y., Belosokhov A. F., Doeva L. Y., Skolotneva E. S., Elansky S. N. Distribution of *Alternaria* species on blighted potato and tomato leaves in Russia // Journal of Plant Diseases and Protection. 2018. Vol. 125. No. 2. Pp. 205–212. DOI: 10.1007/s41348-017-0135-3.
3. Orina A.S., Gannibal F.B. Vzaimootnosheniya vidov *Alternaria* v sostave kompleksnoy infektsii list'ev kartofelya [Relationships of *Alternaria* species in the complex infection of potato leaves] // Sovremennaya mikologiya v Rossii: materialy 4-go S'ezda mikologov Rossii. Moscow, 2017. Pp. 82–84. (In Russian.)
4. Kokaeva L. Yu., Khusnetdinova T. I., Berezov Yu. I., Balabko P. N., Elanskiy S. N. Vidovoy sostav gribov, assotsirovannykh s list'yami kartofelya [Species composition of fungi associated with potato leaves] // Potato protection. 2017. No. 2. Pp. 8–11. (In Russian.)
5. Belov G. L., Belosokhov A. F., Kutuzova I. A., Statsyuk N. V., Chudinova E. M., Alexandrova A. V., Kokaeva L. Y., Elansky S. N. *Colletotrichum coccodes* in potato and tomato leaves in Russia // Journal of Plant Diseases and Protection. 2018. Vol. 125. No. 3. Pp. 311–317.
6. Khusnetdinova T. I., Kutuzova I. A., Pronicheva I. S., Kokaeva L. Yu., Pobedinskaya M. A., Chudinova E. M., Elanskiy S. N. Ustoychivost' shtammov vzbuditelya serebristoy parshi kartofelya (*Helminthosporium solani*) k tiabendazolu [Resistance of strains of the causative agent of silver potato scab (*Helminthosporium solani*) to thiabendazole] // Agrochemical Herald. No. 1. Pp. 40–43. (In Russian.)
7. Belosokhov A. F., Mislavskiy S. M., Yarmeeva M. M., Elanskiy S. N. Kompleks vidov mikromitsetov, assotsirovannykh s klubnyami kartofelya [A complex of micromycete species associated with potato tubers] // Sovremennaya mikologiya v Rossii. Moscow, 2020. Vol. 8. Pp. 262–263. (In Russian.)
8. Zeyruk V. N., Zhevora S. V., Vasil'eva S. V., Belov G. L., Dolzhenko V. I., Kuznetsova M. A., Anisimov B. V., Elanskiy S. N. Atlas bolezney, vreditel'ey, sornyakov kartofelya i meropriyatiya po bor'be s nimi [Atlas of potato diseases, pests, and weeds and measures to combat them]. Moscow: Nauka, 2020. 322 p. (In Russian.)
9. Cheremisin A. I. Effektivnost' primeneniya khimicheskikh i biologicheskikh sredstv zashchity v sisteme original'nogo semenovodstva kartofelya: metodicheskie ukazaniya [The effectiveness of the use of chemical and biological means of protection in the system of original potato seed production: methodical instructions]. Omsk, 2016. 32 p. (In Russian.)
10. Erenkova L. A., Borisova N. P., Molyavko A. A., Marukhlenko A. V. Vliyanie sorta na uluchshenie ekologicheskoy sredy pri vyrashchivaniy kartofelya [The influence of the variety on the improvement of the ecological environment when growing potatoes] // Kartofelevodstvo: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya selektsii i semenovodstva kartofelya". Moscow, 2018. Pp. 263–267. (In Russian.)
11. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. Results of new trends of potato breeding programs developed in Russia // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 49. No. 4. Pp. 592–600.
12. Simakov E. A., Anisimov B. V., Zhevora S. V., Mityushkin Aleksey V., Zhuravlev A. A., Mityushkin Aleksandr V., Gayzatulin A. S. Aktual'nye napravleniya razvitiya selektsii i semenovodstva kartofelya v Rossii [Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia] // Potato and Vegetables. 2020. № 12. S. 22-26. (In Russian.)
13. Sorta kartofelya Rossiyskoy selektsii [Potato varieties of Russian selection] / Under the editorship of E. A. Simakova. Moscow, 2018. 119 p. (In Russian.)
14. Zhevora S. V., Fedotova L. S., Starovoytov V. I., Zeyruk V. N., Korshunov A. V., Pshechenkov K. A., Timoshina N. A., Mal'tsev S. V., Starovoytova O. A., Vasil'eva S. V., Shabanov A. E., Derevyagina M. K., Belov G. L., Kiselev A. I., Knyazeva E. V. Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetrov, nablyudeniy i analizov na kartofele [Methods of conducting agricultural experiments, accounting, observations and analyses on potatoes]. Moscow, 2019. 120 p. (In Russian.)
15. Ignatov A. N., Panycheva Yu. S., Voronina M. V., Dzhililov F. S. U. Bakteriozy kartofelya v Rossiyskoy Federatsii [Potato bacteriosis in the Russian Federation] // Potato and vegetables. 2018. No. 1. Pp. 3–7. (In Russian.)
16. Belov G. L., Zeyruk V. N., Vasil'eva S. V., Derevyagina M. K., Glez V. M. Perspektivnyy analiz razvitiya osnovnykh bolezney kartofelya v Tsentral'nom regione Rossii [Prospective analysis of the development of the main potato diseases in the Central region of Russia] // Plant protection and quarantine. 2017. No. 12. Pp. 37–39. (In Russian.)

17. Malyuga A. A., Enina N. N., Shcheglova O. V., Chulikova N. S. Vliyanie predshestvennikov i predposadochnogo protravlivaniya klubney na chislennost' vozbuditelya rizoktonioza kartofelya v pochve [Influence of tubers' precursors and pre-planting etching on the number of potato rhizoctoniosis pathogen in the soil] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2018. T. 32. No. 3. Pp. 64–68. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-10312. (In Russian.)
18. Campos H., Ortiz O. The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind. Springer, Cham. 2020. 524 p.

Authors' information:

Grigoriy L. Belov¹, candidate of biological sciences, senior researcher at the plant protection laboratory, ORCID 0000-0002-3002-8173, AuthorID 786684; +7 903 536-01-38, belov.grischa2015@yandex.ru

Marina K. Derevyagina¹, candidate of biological sciences, leading researcher of the plant protection laboratory, ORCID 0000-0003-3179-4723, AuthorID 310470

Vladimir N. Zeyruk¹, doctor of agricultural sciences, head of the plant protection laboratory, ORCID 0000-0002-9930-4463, AuthorID 107535

Svetlana V. Vasilyeva¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the plant protection laboratory, ORCID 0000-0002-7589-3929, AuthorID 769622

¹ Russian Potato Research Centre, Kraskovo, Russia

Приемы ускоренного восстановления продуктивности деградированных кормовых угодий зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

В. Г. Гребенников¹✉, И. А. Шипилов¹, О. В. Хонина¹

¹ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

✉ E-mail: kormoproiz.st@mail.ru

Аннотация. Цель исследования – установить эффективность разных способов залужения старовозрастных деградированных сенокосов с участием видов злаковых и бобовых трав, рекомендуемых для агрофитоценозов зоны неустойчивого увлажнения. **Методологической основой** подхода к восстановлению продуктивности деградированных сенокосов на солонцеватых выщелоченных черноземах является совершенствование их фитоценотической структуры, основанной на ценотической полноценности доминантных видов бобовых и злаковых трав. **Результаты.** Выявлены высокопластичные виды бобовых и злаковых трав, позволяющие на месте деградированного старовозрастного травостоя формировать продуктивный сенокос в течение 10-летнего срока его использования. Сформированный по ценотическому принципу бобово-злаковый агрофитоценоз обеспечил получение энергонасыщенных кормов (0,74–0,76 кормовых единиц в 1 кг сухого вещества с содержанием 14,6–15,8 % сырого протеина). Проведенные исследования приемов улучшения травостоя не выявили существенного преимущества коренного способа над поверхностным улучшением (ускоренное залужение). При ускоренном залужении с применением дискового лущения с подсевом в обработанную дернину многолетних трав продуктивность травостоя была несколько ниже по сравнению с коренным улучшением, но за счет снижения технологических затрат этот способ экономически более оправдан по сравнению с традиционным способом обработки почвы. **Научная новизна.** Впервые в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья в сравнительном аспекте проведены исследования двух способов улучшения выродившихся низкопродуктивных травостоев – коренного и поверхностного (ускоренного залужения) – на фоне применения азотно-фосфорных удобрений с участием доминантных видов многолетних злаковых и бобовых трав, рекомендуемых для введения их в состав растительных сообществ данной зоны.

Ключевые слова: травостой, сенокос, деградация, многолетние травы, коренное и поверхностное улучшение, продуктивность, экономическая эффективность.

Для цитирования: Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Приемы ускоренного восстановления продуктивности деградированных кормовых угодий зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 22–30. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-22-30.

Дата поступления статьи: 08.02.2021, **дата рецензирования:** 04.03.2021, **дата принятия:** 19.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Исследования, проведенные в различных экологических зонах Юга России в области лугового кормопроизводства, были нацелены на конструирование агрофитоценозов, фитоценотически совместимых к разным условиям внешней среды и, как правило, обеспечивающих высокий синергетический эффект. Практической основой этих исследований являлось создание и улучшение многолетних кормовых угодий с участием различных видов и сортов бобовых и злаковых трав, характеризующихся разной степенью отзывчивости к факторам внешней среды и обладающих продуктивным долголетием [1, с. 120], [2, с. 6], [3, с. 11], [4, с. 80].

Природные кормовые угодья степных районов зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья, занимающие площадь более 500 тыс. га, в большинстве своем размещены на низкопродуктивных, эродированных солонцеватых комплексах, урожайность трав на которых не превышает 3,0–5,0 ц/га кормовых единиц. В результате сокращения продуктивности кормовых угодий, практически полного прекращения работ по их улучшению уже сегодня около 190 тыс. га площади подвержены водной и ветровой эрозии [5, с. 477], [6, с. 6331], [7, с. 250].

Значительная часть сенокосов и пастбищ в последние 10 лет все еще характеризуется ценотической неполноценностью. Вместе с тем, как показала прак-

тика, эффективное функционирование луговых агрофитоценозов, прежде всего, основывается на подборе и оптимальном соотношении отдельных групп и видов трав, обеспечивающих флористическую полноценность сформированных травостоев [8, с. 6], [9, с. 165].

Достаточная пластичность таких видов, как костер безостый, житняк гребневидный, пырей средний, люцерна изменчивая, эспарцет северокавказский и клевер луговой, позволяет формировать высокопродуктивные сенокосы и пастбища на месте деградированных угодий [10, с. 10], [11, с. 14], [12, с. 18].

В процессе взаимодействия входящих в состав создаваемых фитоценозов культур реализуется принцип взаимодействия видов и сортов с учетом их фитоценотической совместимости, позволяющий быстро накапливать кормовую массу уже в первый год жизни после улучшения травостоя [13, с. 73].

Особое значение в луговом кормопроизводстве в настоящее время имеют многовариантные технологии улучшения кормовых угодий, выбор которых определяется степенью деградации травостоя, местоположением участка, степенью деградации земель старосеянных травостоев [14, с. 13], [15, с. 4].

Несмотря на значительные площади сенокосов и пастбищ, на протяжении последних 15 лет для нужд животноводства с их территории заготавливается не более 35 % объема кормов. Избыточная нагрузка, чрезмерное отчуждение растительной массы привели за эти годы к потере в составе фитоценозов природных кормовых угодий ценных биологических видов растений, обеспечивающих флористическую насыщенность травостоя и, как следствие, эффективное использование этих ресурсов при производстве зеленых и грубых кормов.

Для сохранения богатейшего генофонда кормовых угодий Юга России, его биологического и ботанического разнообразия во главу угла должны ставиться технологические приемы, основанные на сбережении материально-технических ресурсов, правильном выборе первоочередных объектов и способов их улучшения, обеспечивающих устойчивую продуктивность и долголетие созданных специализированных травостоев для разных видов животных.

Методология и методы исследования (Methods)

Полевые исследования проводили в 2010–2020 гг. в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

Почвы земледелия опытно-экспериментального подразделения «Северо-Кавказского ФНАЦ» (Шпаковский район Ставропольского края) представлены черноземом выщелоченным солонцеватым. Среднее содержание элементов питания в слое почвы 0–20 см следующее: NO_3 – 25, P_2O_5 – 28, K_2O – 240 мг/кг почвы.

Годовая сумма осадков – 480–520 мм, сумма активных температур – 3200–3400 °С, продолжительность вегетационного периода – 210 дней.

Контрольный опытный участок представлял собой выбитый разнотравно-кострецово-пырейный фитоценоз в стадии дигрессии. Проективное покрытие участка – 30–35 %. Тип опытного участка – суходольный. Такой тип имеет наибольшее распространение на территории зоны неустойчивого увлажнения.

Восстановление старовозрастных деградированных сенокосов проводили путем подсева бобово-злаковых травосмесей при двух способах основной обработки почвы: 1) коренное улучшение; 2) поверхностное улучшение (ускоренное залужение).

Коренное улучшение проводили осенью 2010 г. в первой декаде октября путем отвальной вспашки на глубину 20–22 см с последующей культивацией на 10–12 см и боронованием на глубину 8–10 см (КПС-4 + БЗСС-1,0). На варианте с удобрениями под вспашку вносили суперфосфат (P_{60}). Посев проводили после предпосевной культивации на глубину 5–7 см. До и после посева проводили прикатывание (ЗККШ-6А).

При поверхностном улучшении (ускоренное залужение) основная обработка почвы проводилась в те же сроки, что и при коренном, и включала дискование в 2 следа на глубину 10–12 см (БДТ-3). Под дисковое лущение на варианте с удобрениями вносили суперфосфат (P_{60}). Весной проводили боронование. До и после посева проводили прикатывание (ЗККШ-6А).

Для улучшения деградированного фитоценоза использовали поликомпонентную травосмесь, состоящую из злаковых и бобовых трав. Состав травосмеси: костер безостый + житняк гребневидный + пырей средний + люцерна изменчивая + клевер луговой + эспарцет северокавказский.

Посев поливидовой травосмеси при обоих способах улучшения проводили в первой декаде апреля на глубину 3–5 см (СЗТ-3,6). Норму высева семян устанавливали из расчета по 35 % от полной нормы высева каждого компонента в чистом виде.

Азотные удобрения (N_{45}) вносили ежегодно весной по мерзлоталой почве, начиная с третьего года жизни улучшенного агрофитоценоза.

Через 5 лет после закладки опытов в 2015 году в первой декаде апреля провели подсев люцерны изменчивой в сохранившийся травостой злаковых трав после предварительного боронования бороной БИГ-3 на глубину 5–7 см. После подсева почву прикатали кольчатыми катками.

Площадь опытной делянки – 360 м², учетной – 30 м². Размещение вариантов в опыте – систематическое. В исследованиях использовали статистическую обработку методом дисперсионного анализа.

Опытный участок с переформированным бобово-злаковым агрофитоценозом при обоих способах улучшения травостоя после подсева многолетних трав представлял собой в год закладки эксперимента разнотравно-злаково-бобовую ассоциацию остепненного луга.

Погодные условия 2010–2020 гг. благоприятствовали росту многолетних трав. Влажность почвы составляла – 65–70 % наименьшей влагоемкости (НВ) в слое 0–60 см.

Таблица 1

Динамика биомассы многолетних трав при разных способах улучшения травостоя по годам жизни, %

Компонент травостоя	Годы жизни									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2019	2019	2020
Коренное улучшение (без удобрений)										
Злаковые	65	67	61	79	88	86	73	75	85	91
Бобовые	35	33	39	21	12	14	27	25	15	9
Коренное улучшение (N₄₅)										
Злаковые	59	55	54	69	85	84	62	73	78	85
Бобовые	41	45	46	31	15	16	38	27	22	15
Поверхностное улучшение (без удобрений)										
Злаковые	74	71	65	72	90	82	70	77	83	94
Бобовые	26	29	35	28	10	18	30	23	17	6
Поверхностное улучшение (N₄₅)										
Злаковые	58	46	44	67	87	80	64	73	80	87
Бобовые	42	54	56	33	13	20	36	27	20	13

Table 1
Dynamics of the biomass of perennial grasses with different ways of improving the grass stand by years of life, %

The grass component	Years of life									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2019	2019	2020
Amelioration (without fertilizers)										
Cereals	65	67	61	79	88	86	73	75	85	91
Legumes	35	33	39	21	12	14	27	25	15	9
Amelioration (N₄₅)										
Cereals	59	55	54	69	85	84	62	73	78	85
Legumes	41	45	46	31	15	16	38	27	22	15
Simplified improvement (without fertilizers)										
Cereals	74	71	65	72	90	82	70	77	83	94
Legumes	26	29	35	28	10	18	30	23	17	6
Simplified improvement (N₄₅)										
Cereals	58	46	44	67	87	80	64	73	80	87
Legumes	42	54	56	33	13	20	36	27	20	13

Растительные и почвенные образцы отбирали по общепринятой методике, разработанной ВНИИ кормов. Отбор образцов для подсчета количества растений проводили откапыванием их в период кущения на площади 0,25 м² в четырехкратной повторности. Химический анализ растений проводили по общепризнанным методикам. Урожайность кормовой массы определяли укосным методом и выражали в абсолютно сухом веществе.

Результаты (Results)

Исследования показали, что введение в состав бобово-злаковой травосмеси трех видов бобовых трав (люцерна, клевер, эспарцет) обеспечило в первые 4 года сенокосения высокую долю участия бобовых в биомассе – 31–56 % на фоне удобрений, а после повторного подсева люцерны (после 5-летнего использования травостоя) доля участия в травостое бобовых в 2016–2020 гг. на удобренном фоне составила – 16–38 % (таблица 1).

В процессе 10-летнего цикла использования травостоя при обоих способах его улучшения была установлена ведущая роль таких доминантов, как кострец, пырей, эспарцет и люцерна. Люцерна при первом подсева в деградированный травостой сохраняла свое продуктивное долголетие в течение 5 лет, эспарцет в составе травостоя продержался в течение 4 лет.

Присутствие в травосмеси трех видов злаковых трав (кострец, житняк, пырей средний) не привело к резким колебаниям их числа в составе травостоя по годам продуктивной жизни, и на 10-м году злаковые травы в составе фитоценоза формировали до 85–94 % урожая биомассы, что позволило продлить период использования сформированного травостоя до 10 лет без падения его кормового потенциала при обоих способах улучшения.

В первые 2 года пользования травостоя число растений бобовых трав насчитывалось в сумме от 350 до 420 шт/м², но уже к 5-му году жизни их количество сократилось до 125–140 шт/м², а к 6-му году – до 55–58 шт/м².

Агроэнергетическая эффективность улучшения старовозрастных сенокосов при разных способах залужения (в среднем за 10 лет)

Способ улучшения	Зеленая масса, т/га	Сухое вещество, т/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Энергоемкость сухого вещества, МДж/кг	Выход обменной энергии, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Чистый энергетический доход, ГДж/га
Коренное	Без удобрений						
	15,32	3,80	18,4	4,84	28,6	1,55	10,2
	N ₄₅						
Поверхностное	19,14	4,81	22,7	4,71	39,4	1,73	16,7
	Без удобрений						
	14,72	3,69	16,3	4,41	27,2	1,66	10,9
	N ₄₅						
	18,60	4,62	20,3	4,39	39,9	1,96	19,6

Table 2

Agro-energy efficiency of improving old-age hayfields with different methods of tilling (on average for 10 years)

Improvement method	Green mass, t/ha	Dry matter, t/ha	Total energy costs, GJ/ha	Energy intensity of dry matter, MJ/kg	Metabolizable energy, GJ/ha	Energy efficiency coefficient	Clean energy income, GJ/ha
Amelioration	Without fertilizers						
	15.32	3.80	18.4	4.84	28.6	1.55	10.2
	N ₄₅						
Simplified improvement	19.14	4.81	22.7	4.71	39.4	1.73	16.7
	Without fertilizers						
	14.72	3.69	16.3	4.41	27.2	1.66	10.9
	N ₄₅						
	18.60	4.62	20.3	4.39	39.9	1.96	19.6

На протяжении всего 10-летнего периода использования травостоя при обоих способах восстановления продуктивности старовозрастного сенокоса доля сеянных трав в общей биомассе была различной: в первый год пользования она достигала 92–95 %, а к 4-му году снизилась до 65–70 %. Доминирующее положение из бобовых видов в первые годы занимали эспарцет и люцерна (35–40 %). Доля злаковых видов в структуре фитоценоза в первые 4 года пользования составляла 44–79 %, а к 6-му году, после выпадения из травостоя бобовых компонентов, доля злаков увеличилась до 80–86 %.

В составе травосмеси по годам продуктивной жизни из злаковых трав на костреч приходилось от 45 до 48 % общей массы урожая. Из бобовых трав в первые 2 года жизни доминировал эспарцет, а начиная с 4-го года из бобовых преобладающим видом была люцерна. На 6-й год жизни травостоя наряду с костречом отмечено увеличение содержания пырея среднего (до 32–35 %), на долю житняка приходилось только 15–18 %.

Проведение подсева бобового компонента в 2015 г. позволило увеличить его содержание в общей массе и иметь его на уровне 13–15 % даже на 10-м году жизни трав.

Положительные изменения в увеличении урожайности бобово-злаковых травосмесей были ощутимы при обоих способах улучшения травостоя. Поверхностная обработка по своей эффективности не уступает коренному улучшению, когда применяли отвальную вспашку, а некоторое снижение урожайности при этой технологии в отдельные годы исследований не имело достоверной разницы.

Независимо от способа залужения сенокоса продуктивность и качество сырья в первую очередь определялись ботаническим составом травостоя. Протеиновая ценность травостоя, созданная при обоих способах улучшения сенокоса, к 5-му году жизни падала из-за последовательного выпадения из травостоя бобовых трав.

Метод ускоренного залужения травостоя при поверхностном улучшении в сравнении с коренным улучшением отличается более быстрой окупаемостью затрат за счет сокращения количества технологических операций по подготовке почвы, а следовательно, и снижению энергетических затрат (таблица 2).

Следует отметить, что применение такого агроприема, как ранневесенняя подкормка дозой N₄₅ начиная с третьего года жизни травостоя, способствовало повышению продуктивности сенокоса, независимо от способа предпосевной подготовки почвы на 20–21 %.

Доминантные виды растений, вошедшие в состав изучаемой травосмеси, представляют собой группу растений, сочетающих виолентные и пациентные свойства. Достаточная экологическая пластичность таких травосмесей позволила формировать во времени экосистему, оптимизирующую фитоценотический баланс сортов и видов, взаимодополняющими друг друга признаками и свойствами. Посев, проведенный после обработки дисковой бороной, практически не уступал по урожайности плужной обработке. При обоих способах залужения урожайность сухого вещества сенокоса в среднем за 10 лет использования колебалась от 3,69 до 3,80 т/га на неудобренном фоне и 4,62–4,81 т/га на фоне удобрений.

Благодаря высокой энергетической эффективности бобово-злаковой травосмеси совокупные энергетические затраты в разной степени окупались сбором обменной энергии. При коренном улучшении общая стоимость затрат на фоне удобрений составила в среднем за 10 лет 22,7 ГДж/га, при поверхностном улучшении – 20,3 ГДж/га. При обоих способах залужения вложения в технологию в полной мере окупались полученным выходом обменной энергии и урожаем сухой массы.

В разные годы варибельность участия бобовых компонентов в составе агрофитоценоза при обоих способах улучшения травостоя в разной мере повлияла на качество выращиваемого корма (таблица 3).

Таблица 3
Питательность зеленой массы многолетней травосмеси при разных способах улучшения деградированных сенокосов

Показатель	В среднем за 2011–2015 гг.		В среднем за 2016–2020 гг.	
	Коренное улучшение	Поверхностное улучшение	Коренное улучшение	Поверхностное улучшение
	Без удобрений			
Сырой протеин, %	13,4	13,8	12,8	12,5
Сырая клетчатка, %	30,3	29,4	28,5	27,4
Углеводы, г/кг	57,1	50,4	77,8	76,5
Каротин, мг/кг	61,4	68,3	55,2	54,8
Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	0,63	0,66	0,68	0,69
Обменная энергия, МДж/кг	7,3	7,5	6,9	7,0
N ₄₅				
Сырой протеин, %	14,9	14,6	15,5	15,8
Сырая клетчатка, %	27,4	27,4	26,5	26,6
Углеводы, г/кг	72,4	73,5	38,4	37,8
Каротин, Мг/кг	82,4	85,5	70,5	68,4
Кормовых единиц в 1 кг сухого вещества	0,74	0,76	0,76	0,76
Обменная энергия, МДж/кг	8,5	8,8	8,2	8,2

Table 3
Nutritional value of the green mass of perennial grass mixture in different ways to improve degraded hayfields

Indicator	In average during 2011-2015		In average during 2016-2020	
	Amelioration	Simplified improvement	Amelioration	Simplified improvement
	Without fertilizers			
Raw protein, %	13.4	13.8	12.8	12.5
Raw fiber, %	30.3	29.4	28.5	27.4
Carbohydrates, g/kg	57.1	50.4	77.8	76.5
Carotene, mg/kg	61.4	68.3	55.2	54.8
Feed units in 1 kg of dry matter	0.63	0.66	0.68	0.69
Metabolizable energy, MJ/kg	7.3	7.5	6.9	7.0
N ₄₅				
Raw protein, %	14.9	14.6	15.5	15.8
Raw fiber, %	27.4	27.4	26.5	26.6
Carbohydrates, g/kg	72.4	73.5	38.4	37.8
Carotene, mg/kg	82.4	85.5	70.5	68.4
Feed units in 1 kg of dry matter	0.74	0.76	0.76	0.76
Metabolizable energy, MJ/kg	8.5	8.8	8.2	8.2

Из приведенных в таблице 3 качественных характеристик видно, что способы улучшения деградированных травостоев не повлияли на качество выращенной продукции. Многолетние травосмеси мало отличаются друг от друга по энергетической питательности, содержанию кормовых единиц и основным химическим веществам.

При обоих способах улучшения деградированного сенокоса в 1 кг сухого вещества травосмеси содержалось 6,9–7,5 МДж обменной энергии на неудобренном фоне и 8,2–8,8 МДж на фоне удобрений.

При коренном и поверхностном улучшении на 1 кг сухого вещества травосмеси приходилось 0,63–0,69 кормовых единиц на неудобренном фоне и 0,74–0,76 на фоне удобрений.

Включение в состав травосмеси при первом улучшении трех видов бобовых трав и подсев бобового компонента после 5-го года жизни травостоя способствовали увеличению содержания сахаров в зеленой массе с 3-го по 5-й год жизни и их сохранению еще в течение последующих 4 лет после подсева трав. Применение ежегодной азотной подкормки (N_{45}) с 3-го года жизни травостоя положительно сказалось на качестве корма, в котором содержание сырого протеина на удобренном фоне в первые 5 лет пользования составило 14,6–14,9 %, а после подсева люцерны после 5-го года жизни, в последующие годы – 15,5–15,8 %.

Содержание клетчатки в сухом веществе на неудобренном фоне в первые 5 лет пользования достигало 29,4–30,3 %, в последующие годы несколько ниже – 27,4–28,5 %. Что касается удобренного фона, то здесь содержание сырой клетчатки в кормовой массе в первые 5 лет находилось на уровне 27,4 %, снизившись в последующие годы до 26,5 %.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основе результатов проведенных 10-летних исследований предложен технологический регламент восстановления старовозрастных деградированных сенокосов, основанный на их поверхностном залужении (подсев в обработанную дернину поливидовой травосмеси, состоящей из злаковых и бобовых трав) с повторным подсевом люцерны через 5 лет пользования в сохранившийся злаковых травостой.

Проведенные исследования по эффективности различных способов улучшения старовозрастных деградированных сенокосов на солонцеватых выщелоченных черноземах зоны неустойчивого увлажнения показали, что многолетние травы положительно отзываются на поверхностную обработку почвы. Залужение с помощью дискового лушения в сравнении с коренным улучшением позволило получить практически такую же урожайность зеленой массы и экономически быть более оправданным за счет снижения затрат на выращивание.

Формирование высокопродуктивного травостоя в первые 2 года пользования происходило в основном за счет костреца, эспарцета и люцерны, в последующие годы, по мере выпадения из состава травостоя эспарцета и клевера, лидерство перешло к пырею, житняку и люцерне, что и позволило поддерживать высокую продуктивность агрофитоценоза на протяжении всех 5 лет пользования.

После 5-го года пользования травостоя, когда на долю злаковых трав стало приходиться более 70 % полученного урожая, эффективным оказался такой прием, как подсев бобовых трав в травостой после боронования. Этот способ за счет подсева бобового компонента позволил поднять как общую урожайность травостоя, так и его протеиновую полноценность.

В результате на протяжении всех 10 лет пользования травостоя стало возможным получение на фоне удобрений до 18,6–19,14 т/га высококачественного зеленого корма и 4,62–4,81 т/га сухой массы. При этом основная масса урожая формировалась за счет подсеянных трав.

Уровень урожайности, химический состав, энергетическая ценность корма и выход кормовых единиц выращенных и заготовленных кормов при обоих способах улучшения деградированного травостоя на фоне применения азотно-фосфорных удобрений не имеют существенных различий, но наибольший интерес представляет технология поверхностного улучшения, которая позволяет значительно снизить затраты на выращивание и получать корма высокого качества.

Библиографический список

1. Trukhachev V. I., Sklyarov I. Yu., Sklyarova Yu. M. Current status of resource potential of agriculture in the South of Russia // *Montenegrin Journal of Economics*. 2016. Vol. 12. No. 3. Pp. 115–126.
2. Оганян Л. Р., Лапенко Н. Г. Проблемы развития и обеспечения кормами овцеводческой отрасли в Северо-Кавказском федеральном округе // *Кормопроизводство*. 2020. № 8. С. 3–8. DOI: 10.25685/KRM.2020.97.77.001.
3. Джибилов С. М., Солдатов Э. Д., Гулуева Л. Р., Солдатова И. Э. Способ решения проблемы деградации горных пастбищ Центрального Кавказа // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 06 (197). С. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16.
4. Рыбашлыкова Л. П., Беляев А. И., Пугачева А. М. Мониторинг сукцессионных изменений пастбищных фитоценозов в «потухших» очагах дефляции Северо-Западного Прикаспия // *Юг России: экология, развитие*. 2019. № 14 (4). С. 78–85. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85.
5. Хонина О. В. Современное состояние естественных кормовых угодий Ставрополя и способы их улучшения // *Новости науки в АПК*. 2019. № 3 (12). С. 477–481. DOI: 10.25930/2218-855X/120.3.12.2019.

6. Lapenko N. G., Godunova E. I., Dudchenko L. V., Kuzminov S. A., Kapustin A. S. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2019. Vol. 6. No. 3. Pp. 6329–6336. DOI: 10.5281/zenodo.2604260.
7. Гребенников В. Г., Желтопузов В. Н., Шипилов И. А., Хонина О. В. Ускоренное восстановление старосеяных низкопродуктивных сенокосов в зоне Ставропольского плато // *Перспективы и достижения в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сборник научных статей*. Ставрополь, 2015. С. 250–254.
8. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Седова Е. Г., Цыбенко Н. С. Эффективность бобово-злаковых травостоев при использовании новых сортов для создания культурных пастбищ в нечерноземной зоне // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов*. Москва, 2020. С. 5–13. DOI: 10.33814/МАК-2020-22-70-5-13.
9. Kosolapov V. M., Ishmuratov Kh. G., Pobednov Yu. A., Klimentov V. P., Kosolapova V. G., Sharifyanov B. G., Mokrushina O., Zverkova Z. N., Kosolapov A., Salikhov E. Multicomponent mixtures in the preparation of high-protein, energy-saturated silos // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2020. Vol. 11. No. 4. Pp. 164–168. DOI: 10.33887/rjpbcs/2020.11.4.19.
10. Ломов М. В., Писковацкий Ю. М. Люцерна изменчивая в агрофитоценозах Подмосквы // *Кормопроизводство*. 2020. № 10. С. 9–12. DOI: 10.25685/KRM.2020.52.42.001.
11. Пакшина С. М., Чесалин С. Ф., Шаповалов В. Ф., Смольский Е. В. Влияние бобового компонента на урожайность смешанных посевов злаковых кормовых культур // *Кормопроизводство*. 2020. № 9. С. 12–18. DOI: 10.25685/KRM.2020.9.2020.009.
12. Косолапова В. Г., Муссие С. А. Питательная ценность люцерны различных сортов в процессе роста и развития // *Кормопроизводство*. 2020. № 10. С. 17–24. DOI: 10.25685/KRM.2020.49.33.001.
13. Шамсутдинова Э. З., Шамсутдинов Н. З., Каминов Ю. Б., Шамсутдинов З. Ш. Видовой состав и продуктивность улучшенных фитоценозов при минимальном нарушении природной растительности // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сборник научных трудов*. Москва, 2019. С. 70–80. DOI: 10.33814/МАК-2019-21-69-70-80.
14. Петрук В. А., Вотяков А. О. Экономическая и энергетическая эффективность создания сенокосов и пастбищ в лесостепной зоне Западной Сибири // *Кормопроизводство*. 2020. № 8. С. 11–14. DOI: 10.25685/KRM.2020.54.60.001.
15. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В., Жезмер Н. В., Проворная Е. Е., Запивалов С. А. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов // *Кормопроизводство*. 2020. № 3. С. 3–8. DOI: 10.25685/KRM.2020.2020.61941.

Об авторах:

Вадим Гусейнович Гребенников¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства, ORCID 0000-0001-9871-2417, AuthorID 621877; +7 (8652) 35-04-82, kormoproiz.st@mail.ru

Иван Алексеевич Шипилов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства, ORCID 0000-0002-6856-2662, AuthorID 621874

Олеся Викторовна Хонина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления и кормопроизводства, ORCID 0000-0002-8509-862X, AuthorID 621876

¹ Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

Methods of accelerated restoration of productivity of degraded forage lands in the zone of unstable humidification of the Central Ciscaucasia

V. G. Grebennikov¹✉, I. A. Shipilov¹, O. V. Khonina¹

¹ North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Mikhaylovsk, Russia

✉ E-mail: kormoproiz.st@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to study is to establish the effectiveness of different methods of grassing old-aged degraded haylands with the participation of species of cereals and legumes recommended for agrophytocoenoses of the zone of unstable moisture. **The methodological basis** of the approach to restoring the productivity of degraded haylands on saline leached chernozems was the improvement of their phytocenotic structure, based on the coenotic usefulness of the dominant species of legumes and grasses. **Results.** Highly plastic species of legumes and grasses have been identified, which allow forming productive haymaking on the site of degraded old-growth grass

stand for 10 years of its use. The legume-cereal agrophytocenosis formed on the cenotic basis contributed to the production of energy-saturated feed (0.74–0.76 feed units per 1 kg of dry matter with a content of 14.6–15.8 % crude protein). The conducted studies of methods for improving the grass stand did not reveal a significant advantage of the amelioration over the simplified improvement (accelerated grassing). With accelerated grassing with the use of disking with sowing of perennial grasses in the treated turf, the productivity of the grass stand was slightly lower compared to the amelioration, but due to the reduction of technological costs, this method is more economically justified compared to the traditional method of tillage. **Scientific novelty.** For the first time in the conditions of the zone of unstable humidification of the Central Ciscaucasia in a comparative aspect, two methods of improving degenerated low – productive the grass amelioration and simplified improvement (accelerated grassing) against the background of the use of nitrogen-phosphorus fertilizers with the participation of dominant species of cereals and legumes of perennial grasses recommended for their introduction into the plant communities of this zone were studied.

Keywords: grass, hayland, degradation, perennial grasses, amelioration and simplified improvement, productivity, economic efficiency.

For citation: Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Khonina O. V. Priemy uskorennoy vosstanovleniya produktivnosti degradirovannykh kormovykh ugodiy zony neustoychivogo uvlazhneniya Tsentral'nogo Predkavkaz'ya [Methods of accelerated restoration of productivity of degraded forage lands in the zone of unstable humidification of the Central Ciscaucasia] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 22–30. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-22-30. (In Russian.)

Date of paper submission: 08.02.2021, **date of review:** 04.03.2021, **date of acceptance:** 19.04.2021.

References

1. Trukhachev V. I., Sklyarov I. Yu., Sklyarova Yu. M. Current status of resource potential of agriculture in the South of Russia // Montenegrin Journal of Economics. 2016. Vol. 12. No. 3. Pp. 115–126.
2. Oganyan L. R., Lapenko N. G. Problemy razvitiya i obespecheniya kormami ovtsevodcheskoy otrasli v Severo-Kavkazskom federal'nom okruge [State and forage resources of sheep farming in the North Caucasian Federal District] // Fodder Production. 2020. No. 8. Pp. 3–8. DOI: 10.25685/KRM.2020.97.77.001. (In Russian.)
3. Dzhibilov S. M., Soldatov E. D., Guluyeva L. R., Soldatova I. E. Sposob resheniya problemy degradatsii gornyykh pastbishch Tsentral'nogo Kavkaza [The way to solve the problem of degradation of mountain pastures of the Central Caucasus] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 06 (197). Pp. 10–16. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-197-6-10-16. (In Russian.)
4. Rybashlykova L. P., Belyayev A. I., Pugacheva A. M. Monitoring suksessionnykh izmeneniy pastbishchnykh fitotsenozov v “potukhshikh” ochagakh deflyatsii Severo-Zapadnogo Prikaspiya [Monitoring successional changes in pasture phytocenoses in “exhausted” areas of deflation in the North-West Caspian region] // South of Russia: ecology, development. 2019. No. 14 (4). Pp. 78–85. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-78-85. (In Russian.)
5. Khonina O. V. Sovremennoye sostoyaniye estestvennykh kormovykh ugodiy Stavropol'ya i sposoby ikh uluchsheniya [Current state of natural forage lands in Stavropol and ways to improve them] // Novosti nauki v APK. 2019. No. 3 (12). Pp. 477–481. DOI: 10.25930/2218-855X/120.3.12.2019. (In Russian.)
6. Lapenko N. G., Godunova E. I., Dudchenko L. V., Kuzminov S. A., Kapustin A. S. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. 2019. Vol. 6. No. 3. Pp. 6329–6336. DOI: 10.5281/zenodo.2604260.
7. Grebennikov V. G., Zheltopuzov V. N., Shipilov I. A., Khonina O. V. Uskorennoye vosstanovlenie staroseyanykh nizkoproduktivnykh senokosov v zone Stavropol'skogo plato [Accelerated restoration of old-sown low-yielding hayfields in the Stavropol plateau zone] // Perspektivy i dostizheniya v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaystvennoy produktii: sbornik nauchnykh statey. Stavropol, 2015. Pp. 250–254. (In Russian.)
8. Kutuzova A. A., Provornaya E. E., Sedova E. G., Tsybenko N. S. Effektivnost' bobovo-zlakovykh travostoev pri ispol'zovanii novykh sortov dlya sozdaniya kul'turnykh pastbishch v nechernozemnoy zone [Efficiency of legume-grass stands with using new varieties to create cultural pastures in the non-chernozem zone] // Mnogofunktsional'noe adaptivnoye kormoproizvodstvo: sbornik nauchnykh trudov. Moscow, 2020. Pp. 5–13. DOI: 10.33814/MAK-2020-22-70-5-13. (In Russian.)
9. Kosolapov V. M., Ishmuratov Kh. G., Pobednov Yu. A., Klimenko V. P., Kosolapova V. G., Sharifyanov B. G., Mokrushina O., Zverkova Z. N., Kosolapov A., Salikhov E. Multicomponent mixtures in the preparation of high-protein, energy-saturated silos // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2020. Vol. 11. No. 4. Pp. 164–168. DOI: 10.33887/rjpbcs/2020.11.4.19.
10. Lomov M. V., Piskovatskiy Yu. M. Lyutserna izmenchivaya v agrofitotsenozakh Podmoskov'ya [Bastard alfalfa as a component of plant ecosystems of the Moscow region] // Fodder Production. 2020. No. 10. Pp. 9–12. DOI: 10.25685/KRM.2020.52.42.001. (In Russian.)

11. Pakshina S. M., Chesalin S. F., Shapovalov V. F., Smol'skiy E. V. Vliyanie bobovogo komponenta na urozhaynost' smeshannykh posevov zlakovykh kormovykh kul'tur [Impact of legume component on productivity of gramineous mixtures] // Fodder Production. 2020. No. 9. Pp. 12–18. DOI: 10.25685/KRM.2020.9.2020.009. (In Russian.)
12. Kosolapova V. G., Mussie S. A. Pitatel'naya tsennost' lyutserny razlichnykh sortov v protsesse rosta i razvitiya [Nutritional value of alfalfa genotypes at various growth stages] // Fodder Production. 2020. No. 10. Pp. 17–24. DOI: 10.25685/KRM.2020.49.33.001. (In Russian.)
13. Shamsutdinova E. Z., Shamsutdinov N. Z., Kaminov Yu. B., Shamsutdinov Z. Sh. Vidovoy sostav i produktivnost' uluchshennykh fitotsenozov pri minimal'nom narushenii prirodnoy rastitel'nosti [Species composition and productivity of improved phytocenoses with minimal disturbance of natural vegetation] // Multipurpose adaptive feed production: a collection of scientific papers. Moscow, 2019. Pp. 70–80. DOI: 10.33814/MAK-2019-21-69-70-80. (In Russian.)
14. Petruk V. A., Votyakov A. O. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' sozdaniya senokosov i pastbishch v lesostepnoy zone Zapadnoy Sibiri [Economic and energy efficiency of haylands and pastures in the forest-steppe of Western Siberia] // Fodder Production. 2020. No. 8. Pp. 11–14. DOI: 10.25685/KRM.2020.54.60.001. (In Russian.)
15. Kutuzova A. A., Teberdiev D. M., Rodionova A. V., Zhezmer N. V., Provornaya E. E., Zapivalov S. A. Ekonomicheskaya effektivnost' usovershenstvovannykh tekhnologiy sozdaniya i ispol'zovaniya seyanykh senokosov [Economic effectiveness of improved cultivation techniques for man-made hayfields] // Fodder Production. 2020. No. 3. Pp. 3–8. DOI: 10.25685/KRM.2020.2020.61941. (In Russian.)

Authors' information:

Vadim G. Grebennikov¹, doctor of agricultural sciences, chief researcher of department of feeding and fodder production, ORCID 0000-0001-9871-2417, AuthorID 621877; +7 (8652) 35-04-82, kormoproiz.st@mail.ru

Ivan A. Shipilov¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of department of feeding and fodder production, ORCID 0000-0002-6856-2662, AuthorID 621874

Olesya V. Khonina¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher of department of feeding and fodder production, ORCID 0000-0002-8509-862X, AuthorID 621876

¹ North Caucasus Federal Agrarian Research Centre, Mikhaylovsk, Russia

Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений

О. С. Жогалева¹, Л. Г. Стрельцова²✉

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

² Азово-Черноморский инженерный институт Донского государственного аграрного университета, Зерноград, Россия

✉ E-mail: streltsovalg@yandex.ru

Аннотация. Применение хелатных микроудобрений для повышения уровня реализации генетического потенциала гороха перспективно как в селекционно-семеноводческой практике, так и при производстве товарной продукции. **Целью** работы являлась оценка безлисточковых сортов гороха по высоте растений и устойчивости к полеганию под влиянием органоминеральных удобрительно-стимулирующих комплексов. **Научная новизна** заключается в том, что впервые изучено влияние новых хелатных микроудобрений марки ОРМИСС на признаки усатых (безлисточковых) сортов гороха, созданных в Федеральном Ростовском аграрном научном центре. **Методы.** Исследования проводили в 2015–2017 гг. в Азово-Черноморском инженерном институте Донского ГАУ в г. Зернограде. Материалом исследования являлось три сорта гороха усатого морфотипа: Аксайский усатый 5, Альянс и Атаман. Закладку опытов и оценки проводили согласно методике полевого опыта и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Для обработки семян и растений использовали микроудобрения ОРМИСС Cu–В и ОРМИСС Cu–Мо с дозировкой 2 л/т и 2 л/га. **Результаты.** Изучено влияние органоминеральных удобрительно-стимулирующих комплексов с медью, бором и молибденом на признаки технологичности сортов гороха, такие как высота прикрепления нижнего боба, высота растений, высота стеблестоя и устойчивость к полеганию. Установлено, что в результате данных обработок показатели возрастали в разной степени, а именно: высота прикрепления нижнего боба варьировала в пределах от 51,2 до 66,1, высота растений – от 58,6 до 90,8 и высота стеблестоя – от 27,5 до 42,3 см. Устойчивость к полеганию при этом составляла 0,4–0,6. Во всех вариантах опыта сорта гороха показали себя как пригодные к механизированному возделыванию и уборке.

Ключевые слова: пригодность к механизированному возделыванию, горох, сорт, усатый морфотип, хелатные микроудобрения.

Для цитирования: Жогалева О. С., Стрельцова Л. Г. Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 31–39. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-31-39.

Дата поступления статьи: 30.03.2021, **дата рецензирования:** 09.04.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Среди методов повышения урожайности гороха наиболее эффективным является создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных технологичных сортов. Для ускорения темпов внедрения новых селекционных достижений и обеспечения хозяйств необходимыми объемами семенного материала следует улучшать технологию получения семян, повышая урожайность сортов полевых культур за счет морфофизиологических эффектов применения электромагнитного поля, микроудобрений, регуляторов роста и стимуляторов [1–3], [4, с. 69], [5, с. 70], [6].

Полифункциональные хелатные микроудобрения, влияя на физиологические процессы, повышают синтез и активность важнейших ферментов, обеспечивают мощное развитие корневой системы и площади листьев, увеличивают прочность хлорофилл-белко-

вого комплекса и водоудерживающую способность, устойчивость растений к абиотическим и биотическим стрессорам, что в итоге ведет к повышению урожайности [7, с. 19], [8, с. 46]. Поэтому применение органоминеральных удобрительно-стимулирующих комплексов в хелатной форме для повышения уровня реализации генетического потенциала гороха перспективно как в селекционно-семеноводческой практике, так и при производстве товарной продукции.

Механизированное возделывание и уборка, помимо положительных качеств, связаны с некоторыми негативными моментами, приводящими к значительным потерям урожая в поле. Для того чтобы машинная уборка была менее трудоемка и проходила с минимальными потерями, современные сорта гороха при существующих технологиях должны быть пригодными к ней и обладать рядом технологических

показателей. Прямое комбайнирование ужесточает требования к сортам гороха и предусматривает наличие у них, прежде всего, таких признаков, как дружность созревания, оптимальные высота растений и прикрепление нижних бобов, устойчивость растений к полеганию и растрескиванию бобов при созревании [9, с. 192].

Целесообразность использования признака «неосыпаемость семян» в оценке технологичности сортов гороха подвержена сомнению, поскольку при своевременной уборке посевов зерноуборочными комбайнами последнего поколения потери зерна у сортов с обычными и неосыпающимися семенами существенно не различались. Кроме этого, образцы гороха посевного и полевого с осыпающимися семенами формировали более высокую урожайность семян, чем с неосыпающимся типом [10, с. 24].

К признакам, лимитирующим технологичность сортов гороха, относятся высота прикрепления нижних бобов и высота растений. Но наиболее актуальным критерием пригодности сортов гороха к механизированному возделыванию и уборке по-прежнему остается устойчивость их к полеганию. Полегание приводило к более раннему снижению фотосинтетической деятельности растений, подопреванию и гниению листьев и бобов нижнего яруса. В годы с избыточным увлажнением вследствие полегания урожайность зерна снижалась на 25–60 % по сравнению с биологическим потенциалом. Относительно устойчивыми к полеганию являлись образцы, имевшие почти равномерно утолщенный стебель длиной 50–70 см, укороченные междоузлия, прикрепление бобов на высоте 30–40 см и выше. Сорта с детерминантным типом роста были более перспективными, а высокое прикрепление бобов уменьшало потери семян нижнего яруса при механизированной уборке [11, с. 49], [12, с. 36].

Следует отметить, что проблема устойчивости сортов гороха к полеганию многогранна и включает широкий круг вопросов, связанных с длиной стебля и его морфо-анатомическими особенностями, морфотипом листа, которые влияют на характер и степень полегания, а также на высоту стеблестоя [13, с. 21], [14], [15, с. 20]. Полегание свойственно часто листочковым длинностебельным формам, усатые формы были в большей степени устойчивы к полеганию [16, с. 644], [17, с. 4], [18, с. 73]. Однако замена усатыми карликами и полукарликами листочковых длинностебельных сортов гороха не позволила решить проблему полегания в полной мере [19, с. 11], [20, с. 30].

Для решения проблемы полегания сортов также важно учитывать не только особенности сопротивления растений к полеганию, механизмы их устойчивости, но и влияние на прочность стебля различных агротехнических приемов. Общеизвестно, что применение микроудобрений обуславливает более интенсивное развитие наземной массы. С одной стороны, под влиянием микроэлементов стебли становятся более мощными и прочными, а с другой

стороны, увеличение длины стебля часто способствует полеганию растений.

В связи с этим важным аспектом оценки пригодности гороха к механизированному возделыванию и уборке является оценка сортов по признакам, характеризующим их технологичность, при воздействии на них хелатных микроудобрений.

Цель исследований – провести оценку сортов гороха усатого морфотипа по высоте растений и устойчивости к полеганию под влиянием органоминеральных удобрительно-стимулирующих комплексов и определить их пригодность к механизированному возделыванию и уборке.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводили в 2015–2017 гг. на кафедре «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур» и на опытном поле Азово-Черноморского инженерного института Донского ГАУ в г. Зернограде.

Пахотный слой почвы опытного участка, чернозема обыкновенного тяжелосуглинистого малогумусного карбонатного на лессовидных суглинках, характеризовался следующими агрохимическими показателями: pH – 7,1, содержание гумуса – 3,3 %, P_2O_5 – 19,6 мг/кг почвы, K_2O – 395 мг/кг почвы.

Климат южной зоны Ростовской области – полупустынный. По данным ГУ «Ростовский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями», метеорологические условия в годы исследований имели незначительные различия по температурному режиму, но существенные по водному режиму. Среднемесячная температура воздуха в 2015–2017 гг. в период вегетации (апрель – июль) составила 17,8–18,0 °C при норме 17,7 °C, суммарное количество осадков – 225,4–299 мм при среднемноголетнем значении 233 мм.

Материалом исследований являлись три безлисточковых сорта гороха селекции ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»: Аксайский усатый 5 (St), Альянс и Атаман.

Закладку опытов проводили согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова. Учетная площадь делянок – 25 м², размещение их стандартным способом, повторность четырехкратная.

Опыт двухфакторный (фактор А – сорт, фактор В – вариант обработки).

Схема опыта по одному препарату:

1. Контроль – без обработки (К).
2. Предпосевная обработка семян (ОС).
3. Предпосевная обработка + 1-я внекорневая подкормка (ОС + ОР₁).
4. Предпосевная обработка + 2-я внекорневая подкормка (ОС + ОР₂).
5. 1-я внекорневая подкормка в фазу 3–5 листьев (ОР₁).
6. 2-я внекорневая подкормка в фазу цветения (ОР₂).
7. 1-я + 2-я внекорневая подкормка (ОР₁ + ОР₂).

Обработку семян и растений проводили отечественными препаратами ОРМИСС Cu–В (опыт 1) и

ОРМИСС Cu–Mo (опыт 2), содержащими 33–38 г/л меди, 70–73 г/л азота, 17–20 г/л серы. Кроме того, ОРМИСС Cu–В включал 27–30 г/л бора, ОРМИСС Cu–Mo – 10–14 г/л молибдена. Дозировка для предпосевной обработки семян гороха данными хелатными микроудобрениями составляла 2 л/т, внекорневой подкормки – 2 л/га.

Биометрическую оценку сортов гороха выполняли согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Коэффициент устойчивости к полеганию рассчитывали как отношение высоты стеблестоя к высоте растения (длине стебля). Вариабельность морфологических признаков оценивали по коэффициентам вариации и осцилляции.

Коэффициент вариации V рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \%, \quad (1)$$

где S – стандартное отклонение.

Коэффициент осцилляции – по следующей формуле:

$$V_r = \frac{R}{\bar{x}} \times 100 \%, \quad (2)$$

где R – размах вариации.

В результате проведенной биометрической оценки было установлено, что данные хелатные микроудобрения положительно влияли на высоту прикрепления нижнего боба у изучаемых сортов гороха. В среднем за 2015–2017 гг. высота растений до нижнего боба на контроле составляла в опыте с бором 50,6–56,0, с молибденом – 50,9–56,2 см (таблица 1). Сорт Альянс имел показатели практически на уровне стандартного сорта Аксайский усатый 5, сорт Атаман отличался более низким прикреплением бобов, чем стандарт.

Высота прикрепления нижнего боба повышалась у изучаемых сортов под влиянием ОРМИСС Cu–В до 51,2–66,1 см, ОРМИСС Cu–Mo – до 52,7–64,6 см.

При обработках препаратами как с бором, так и с молибденом сорт Альянс по высоте прикрепления нижнего боба достоверно превышал стандарт во всех опытных вариантах в сравнении с его контрольным вариантом (HCP_{05} , соответственно, 1,9 и 2,2 см). Сорт Атаман уступал стандарту в опыте с ОРМИСС Cu–В в варианте OP_1 , с ОРМИСС Cu–Mo – в варианте OP_2 , а в остальных опытных вариантах имел показатели на уровне контроля стандартного сорта.

Таблица 1
Высота растений до нижнего боба, см (2015–2017 гг.)

Сорт, вариант	Аксайский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu–В			ОРМИСС Cu–Mo		
К	54,8	56,0	50,6	55,0	56,2	50,9
ОС	61,2	64,8	54,1	60,1	60,6	55,4
ОС + OP_1	61,1	61,6	55,2	64,6	63,0	53,5
ОС + OP_2	60,1	58,4	52,4	63,3	62,7	53,6
OP_1	61,4	59,2	51,2	60,6	60,2	53,0
OP_2	60,1	60,3	54,1	60,6	61,1	52,7
$OP_1 + OP_2$	61,0	66,1	52,9	63,4	63,5	53,5
$\bar{x}$	60,0	60,9	52,9	61,1	61,0	53,2
S	2,3	3,6	1,7	3,2	2,5	1,4
$V, \%$	3,8	5,9	3,2	5,2	4,2	2,6
HCP_{05}	0,6–1,9			0,6–2,2		
HCP_A	0,3–1,1			0,3–1,2		
HCP_B	0,4–1,6			0,5–1,8		

Table 1
Plant height to the lower bean, cm (2015–2017)

Variety, option	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman
	ORMISS Cu–B			ORMISS Cu–Mo		
C	54.8	56.0	50.6	55.0	56.2	50.9
TS	61.2	64.8	54.1	60.1	60.6	55.4
TS + TP_1	61.1	61.6	55.2	64.6	63.0	53.5
TS + TP_2	60.1	58.4	52.4	63.3	62.7	53.6
TP_1	61.4	59.2	51.2	60.6	60.2	53.0
TP_2	60.1	60.3	54.1	60.6	61.1	52.7
$TP_1 + TP_2$	61.0	66.1	52.9	63.4	63.5	53.5
$\bar{x}$	60.0	60.9	52.9	61.1	61.0	53.2
S	2.3	3.6	1.7	3.2	2.5	1.4
$V, \%$	3.8	5.9	3.2	5.2	4.2	2.6
LSD_{05}	0.6–1.9			0.6–2.2		
LSD_A	0.3–1.1			0.3–1.2		
LSD_B	0.4–1.6			0.5–1.8		

Таблица 2

Высота растений гороха, см (2015–2017 гг.)

Сорт, вариант	Акса́йский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман	Акса́йский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu–B			ОРМИСС Cu–Mo		
К	67,1	73,0	58,5	67,4	73,5	58,9
ОС	73,9	84,9	62,6	74,7	76,1	66,2
ОС + ОР ₁	77,3	85,6	64,2	76,1	80,0	69,9
ОС + ОР ₂	69,3	87,2	66,0	79,5	81,7	66,2
ОР ₁	76,3	84,1	59,3	74,7	79,2	62,4
ОР ₂	75,5	81,3	64,2	77,2	80,5	62,8
ОР ₁ + ОР ₂	77,4	90,8	66,6	78,9	81,2	64,9
$\bar{x}$	73,8	83,9	63,1	75,4	78,9	64,4
S	2,0	5,4	3,1	4,1	3,0	3,6
V, %	2,7	6,4	4,9	5,4	3,8	5,6
HCP ₀₅	0,5–1,4			0,7–1,2		
HCP _A	0,3–0,7			0,4–0,6		
HCP _B	0,4–1,1			0,6–1,0		

Table 2

Height of pea plants, cm (2015–2017)

Variety, option	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman
	ORMISS Cu–B			ORMISS Cu–Mo		
C	67.1	73.0	58.5	67.4	73.5	58.9
TS	73.9	84.9	62.6	74.7	76.1	66.2
TS + TP ₁	77.3	85.6	64.2	76.1	80.0	69.9
TS + TP ₂	69.3	87.2	66.0	79.5	81.7	66.2
TP ₁	76.3	84.1	59.3	74.7	79.2	62.4
TP ₂	75.5	81.3	64.2	77.2	80.5	62.8
TP ₁ + TP ₂	77.4	90.8	66.6	78.9	81.2	64.9
$\bar{x}$	73.8	83.9	63.1	75.4	78.9	64.4
S	2.0	5.4	3.1	4.1	3.0	3.6
V, %	2.7	6.4	4.9	5.4	3.8	5.6
LSD ₀₅	0.5–1.4			0.7–1.2		
LSD _A	0.3–0.7			0.4–0.6		
LSD _B	0.4–1.1			0.6–1.0		

Применение ОРМИСС Cu–B (опыт 1) и ОРМИСС Cu–Mo (опыт 2) обеспечивало достоверные прибавки относительно контроля по всем опытным вариантам у сортов Аксайский усатый 5 и Альянс, у сорта Атаман – по всем вариантам, кроме первой внекорневой подкормки (ОР₁), когда показатели были на уровне контроля. Максимальные значения признака в среднем за три года получены при двукратных внекорневых подкормках ОРМИСС Cu–B сорта Альянс, а также при сочетании предпосевной обработки семян с первой внекорневой подкормкой ОРМИСС Cu–Mo сорта Аксайский усатый 5.

Варьирование высоты прикрепления нижнего боба в зависимости от микроудобрений было слабым, коэффициент вариации значений данного признака по каждому сорту находился в пределах от 2,6 до 5,9 %.

О вариабельности изучаемых количественных признаков при обработках удобрительно-стимулиру-

ющими составами судили также по коэффициенту осцилляции, который характеризует вариацию крайних значений относительно среднего. Варьирование крайних значений высоты прикрепления нижних бобов было слабым. По каждому сорту размах варьирования составил 4,8–10,1 см, коэффициент осцилляции – 9,0–16,5 %, то есть модификационная изменчивость, обусловленная действием этих хелатных микроудобрений, практически отсутствовала. В целом по сортам вариабельность была незначительной: при обработке ОРМИСС Cu–B размах варьирования составил 15,5 см, коэффициент осцилляции – 26,8 %, препаратом ОРМИСС Cu–Mo – соответственно 14,6 см и 24,0 %.

Общеизвестно, что по высоте растений (длине стебля) сорта гороха делятся на низкие (карликовые) формы – 25–50 см; полунизкие (полукарлики) – 51–80 см, средние – 81–100 см и высокие – более 100 см.

Высота растений в травостое, см (2015–2017 гг.)

Сорт, вариант	Акса́йский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман	Акса́йский усатый 5 (St)	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu–B			ОРМИСС Cu–Mo		
К	30,5	27,4	32,6	30,8	27,6	32,3
ОС	30,5	29,4	30,4	35,9	37,8	33,6
ОС + ОР ₁	31,3	36,5	37,5	38,3	34,4	32,3
ОС + ОР ₂	29,6	31,6	32,5	34,6	36,3	36,8
ОР ₁	35,7	35,4	33,4	33,3	34,9	32,6
ОР ₂	30,9	37,7	31,3	32,3	34,1	32,4
ОР ₁ + ОР ₂	33,5	36,3	38,1	32,2	39,6	42,3
$\bar{x}$	31,8	33,5	33,7	33,9	34,9	34,7
S	2,1	4,0	3,0	2,5	3,8	2,0
V, %	6,6	11,9	8,9	7,4	10,9	5,8
HCP ₀₅	1,4–2,1			0,8–1,3		
HCP _A	0,7–1,2			0,4–0,7		
HCP _B	1,1–1,8			0,6–1,1		

Table 3

Plant height in the herbage, cm (2015–2017)

Variety, option	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman	Aksayskiy usatyy 5 (St)	Al'yans	Ataman
	ORMISS Cu–B			ORMISS Cu–Mo		
C	30.5	27.4	32.6	30.8	27.6	32.3
TS	30.5	29.4	30.4	35.9	37.8	33.6
TS + TP ₁	31.3	36.5	37.5	38.3	34.4	32.3
TS + TP ₂	29.6	31.6	32.5	34.6	36.3	36.8
TP ₁	35.7	35.4	33.4	33.3	34.9	32.6
TP ₂	30.9	37.7	31.3	32.3	34.1	32.4
TP ₁ + TP ₂	33.5	36.3	38.1	32.2	39.6	42.3
$\bar{x}$	31.8	33.5	33.7	33.9	34.9	34.7
S	2.1	4.0	3.0	2.5	3.8	2.0
V, %	6.6	11.9	8.9	7.4	10.9	5.8
LSD ₀₅	1.4–2.1			0.8–1.3		
LSD _A	0.7–1.2			0.4–0.7		
LSD _B	1.1–1.8			0.6–1.1		

Высота растений гороха в среднем за три года на контроле составляла в опыте с бором 58,5–73,0, с молибденом – 58,9–73,5 см (таблица 2). Сорт Альянс превышал по данному признаку стандартный сорт Аксайский усатый 5, сорт Атаман формировал более низкие растения, чем стандарт.

Под влиянием ОРМИСС Cu–B высота растений повышалась до 59,3–90,8 см, ОРМИСС Cu–Mo – до 62,4–81,7 см. По высоте растений сорта Аксайский усатый 5 и Атаман являлись полукарликовыми, а сорт Альянс относился к среднерослым формам.

Сорт Альянс достоверно превышал показатели контроля стандарта по высоте растений во всех опытных вариантах как с бором, так и с молибденом (HCP₀₅ – 1,4 и 1,2 см соответственно). Сорт Атаман имел показатели на уровне контрольных вариантов стандарта в опыте с ОРМИСС Cu–B в вариантах ОС + ОР₂ и ОР₁ + ОР₂, в опыте с ОРМИСС Cu–Mo – в вариантах ОС и ОС + ОР₂, превышал стандарт в ва-

рианте ОС + ОР₁, а в остальных вариантах уступал стандарту.

Применение ОРМИСС Cu–B (HCP₀₅ = 1,1 см) обеспечивало достоверные прибавки относительно контроля по всем опытным вариантам у сортов Аксайский усатый 5 и Альянс, у сорта Атаман – по всем вариантам, кроме первой внекорневой подкормки (ОР₁), когда показатель был на уровне контроля. В случае с ОРМИСС Cu–Mo (HCP₀₅ = 1,0 см) по всем трем сортам опытные варианты обеспечивали достоверные прибавки относительно контроля. Максимальные значения признака в среднем за три года обеспечила в опыте с ОРМИСС Cu/B у всех сортов – двукратная внекорневая подкормка, в опыте с ОРМИСС Cu–Mo у сортов Аксайский усатый 5 и Альянс – вариант ОС + ОР₂, у Атамана – ОС + ОР₁.

Варьирование высоты растений в зависимости от микроудобрений было также слабым, коэффициент вариации значений данного признака по каждому со-

рту находился в пределах от 2,7 до 6,4 %. Наиболее переменчивым по данному признаку был сорт Альянс при обработках ОРМИСС Cu–В ($V = 6,4$ %).

Варьирование крайних значений высоты растений было незначительным. По сорту Аксайский усатый 5 размах варьирования составил 12,4 см, коэффициент осцилляции – 16,5 %, по Альянсу – 17,3 см и 21,1 %, по сорту Атаман – 11,3 см и 17,7 % соответственно. В зависимости от сорта и препарата в вариантах с ОРМИСС Cu–В вариация была средней: размах варьирования – 32,2 см, коэффициент осцилляции – 43,8 %, при обработке ОРМИСС Cu–Мо – слабой: 23,1 см и 31,6 % соответственно.

К числу важных признаков, характеризующих пригодность сортов гороха к механизированной уборке урожая, относится также высота растений в травостое, или высота стеблестоя, – один из основных параметров, который определяет высоту среза и степень загрузки молотильного аппарата комбайна. Чем больше высота стеблестоя, тем меньше полегание растений.

Высота растений гороха в травостое на контроле в среднем за три года составляла в опыте с бором 27,4–32,6, с молибденом – 27,6–32,3 см (таблица 3). Сорт Атаман характеризовался более высоким травостоем, чем стандарт, сорт Альянс – более низким. Под влиянием ОРМИСС Cu–В величина данного признака возрастала до 29,6–38,1 см, ОРМИСС Cu–Мо – до 32,2–42,3 см.

В опыте с ОРМИСС Cu–В оба сорта имели показатели на уровне контроля стандартного сорта в вариантах ОС и ОС + ОР₂, сорт Атаман – и в варианте ОР₂ ($HCP_{05} = 2,1$ см). В остальных вариантах данный препарат обеспечил достоверное увеличение высоты растений в травостое. Применение ОРМИСС Cu–Мо обеспечивало достоверные прибавки относительно контроля стандартного сорта во всех опытных вариантах как у Альянса, так и у Атамана ($HCP_{05} = 1,3$ см). Максимальное значение признака отмечено у сорта Атаман.

Установлено, что удобрительно-стимулирующий состав с молибденом был более эффективен, чем с бором. Обработка данным препаратом обеспечивала существенную прибавку относительно контроля во всех вариантах опыта у трех сортов ($HCP_{05} = 1,1$ см).

Варьирование высоты растений в травостое под действием удобрительно-стимулирующих комплексов было слабым у сортов Аксайский усатый 5 и Атаман, коэффициент вариации значений данного признака по каждому сорту находился в пределах от 5,8

до 8,9 %. У сорта Альянс высота стеблестоя варьировала в средней степени: при обработках ОРМИСС Cu–В коэффициент вариации был равен 11,9 %, при применении ОРМИСС Cu–Мо – 10,9 %.

Варьирование крайних значений высоты растений в травостое было слабым по сорту Аксайский усатый 5: размах варьирования составил 7,5 см, коэффициент осцилляции – 22,7 %, а также по сорту Атаман – соответственно 9,7 см и 28,3 %. По сорту Альянс вариация была средней с размахом варьирования 12,1 см и коэффициентом осцилляции 34,8 %.

В зависимости от сорта и препарата в вариантах с ОРМИСС Cu–В вариация была слабой: размах варьирования – 10,3 см, коэффициент осцилляции – 32,1 %, при обработках ОРМИСС Cu–Мо установлена средняя вариация – 11,5 см и 33,4 % соответственно.

Устойчивость к полеганию – один из главных критериев оценки технологичности сорта. Визуальная балльная оценка полегания и устойчивости к полеганию в какой-то степени субъективна. Поэтому в наших исследованиях для более точной оценки технологичности сортов был использован коэффициент устойчивости к полеганию, рассчитанный как отношение высоты стеблестоя к общей высоте растения. К моменту уборки коэффициент устойчивости к полеганию должен быть не ниже 0,4. Анализ экспериментальных данных показал, что устойчивость к полеганию у всех трех сортов как по годам, так и в среднем за годы исследований находилась в пределах от 0,4 до 0,6. Таким образом, изучаемые сорта гороха были пригодны к механизированному возделыванию и уборке.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

На основании вышеизложенного можно утверждать, что использование хелатных микроудобрений ОРМИСС с Cu–В и Cu–Мо положительно влияло на морфологические признаки сортов гороха, обуславливающие их технологичность. Вариабельность их под действием удобрительно-стимулирующих составов была слабой, за исключением высоты стеблестоя у сорта Альянс, которая варьировала в средней степени. Вышеописанные признаки характеризовались также незначительной осцилляцией со слабой вариацией крайних значений и не приводили к снижению устойчивости к полеганию. Сорта усатого морфотипа Аксайский усатый 5, Альянс и Атаман являлись пригодными к механизированному возделыванию и уборке во всех опытных вариантах с применением органоминеральных удобрительно-стимулирующих составов с медью, бором и молибденом.

Библиографический список

1. Kasakova A. S., Yudaev, I. V., Fedorishchenko, M. G., et al. New approach to study stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field [e-resource] // OnLine Journal of Biological Sciences. 2018. Vol. 18. No. 2. URL: <https://www.thescipub.com/abstract/ojbsci.2018.197.207> (date of reference: 26.11.2020).
2. Kolesnikov L. E., Novikova I. I., Surin V. G., et al. Estimation of the Efficiency of the Combined Application of Chitosan and Microbial Antagonists for the Protection of Spring Soft Wheat from Diseases by Spectrometric Analysis [e-resource] // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol. 54. No. 5. URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0003683818050083> (date of reference: 28.11.2020).

3. Kolesnikov L. E., Melnikov S. P., Kiselev M. V., Zuev E. V. Biological Substantiation of Application of Microfertilizers and Organo-Mineral Preparations for the Foliar Treatment of Wheat [e-resource] // Russian Agricultural Sciences. 2019 Vol. 45. No. 2. URL: https://www.researchgate.net/publication/333684752_Biological_Substantiation_of_Application_of_Microfertilizers_and_Organo-Mineral_Preparations_for_the_Foliar_Treatment_of_Wheat (date of reference: 28.11.2020).
4. Иваненкова А. О., Гейгер Е. Ю., Кодочилова Н. А. [и др.] Влияние различных форм микроэлементов и способов их использования на формирование урожая зернобобовых культур // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 4 (370). С. 66–70.
5. Жогалева О. С., Стрельцова Л. Г. Влияние хелатных микроудобрений на элементы структуры урожая гороха // Зерновое хозяйство России. 2019. № 4. С. 66–71.
6. Streltsova L. G., Zhogaleva O. S. Yield and cost-effectiveness of ORMISS-responsive pea varieties [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. No. 659. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012103> (date of reference: 12.03.2021).
7. Гайсин И. А., Пахомова В. М. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия. Казань: Изд-во Казанского университета, 2016. 316 с.
8. Гайсин И. А., Пахомова В. М. Итоги разработки и изучения механизма действия хелатных микроудобрений марки ЖУСС // Агрохимический вестник. 2017. № 5. С. 45–47.
9. Вербицкий Н. М., Осокина Е. И. Селекция гороха на Дону // Генетика и селекция гороха на Дону: сборник научных трудов. Ростов-на-Дону, 2003. С. 178–213.
10. Пономарева С. В. Изучение исходного материала коллекции гороха в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 63. № 2. С. 23–28.
11. Асеева Т. А., Шепель О. Л. Изучение перспективных сортообразцов гороха в условиях Приамурья // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 47–50.
12. Коробова Н. А., Коробов А. П., Лысенко А. А. [и др.] Сравнительная характеристика районированных сортов гороха донской селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 3 (31). С. 34–41.
13. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Каримов И. К. Сравнительное изучение морфобиологических и хозяйственно ценных признаков гороха стародавних и современных сортов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (40). С. 21–30.
14. Амелин А. В., Чекалин Е. И. Адаптивные способности растений гороха и их изменения в результате селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2 (30). С. 4–14.
15. Зеленов А. Н., Задорин А. М., Зеленов А. А. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2 (26). С. 15–21.
16. Катюк А. И., Майстренко О. А. Результаты селекции зернового гороха на повышение урожайности, качества зерна и технологичности к механизированному возделыванию // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2 (3). С. 641–645.
17. Зеленов А. А., Задорин А. М., Зеленов А. Н., Кононова М. Е. Селекция усатых сортов гороха в ФНЦ зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 1 (33). С. 4–10.
18. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Магафурова Ф. Ф. Сравнительное изучение хозяйственно-биологических признаков у сортов гороха, созданных в Республике Башкортостан за последние 30 лет // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 72–77.
19. Зеленов А. А., Зеленов А. Н., Наумкина Т. С. [и др.] Создание и использование в селекции генетического разнообразия рассеченнолисточкового морфотипа гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 2 (22). С. 8–16.
20. Браилова И. С., Филатова И. А. Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 3 (31). С. 27–33.

Об авторах:

Ольга Сергеевна Жогалева¹, техник-исследователь, ORCID 0000-0003-1477-3285, AuthorID 987783; +7 919 898–10–91, os.zogaleva@mail.ru

Людмила Геннадьевна Стрельцова², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур», ORCID 0000-0001-6419-1502, AuthorID 677038; +7 989 616–04–14, streltsovalg@yandex.ru

¹ Аграрный научный центр «Донской», Зерноград, Россия

² Азово-Черноморский инженерный институт Донского государственного аграрного университета, Зерноград, Россия

Plant height and resistance to lodging of pea varieties under the influence of chelated micronutrient fertilizers

O. S. Zhogaleva¹, L. G. Streltsova²✉

¹ Agricultural Research Center "Donskoy", Zernograd, Russia

² Azov – Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University, Zernograd, Russia

✉ E-mail: streltsovalg@yandex.ru

Abstract. The use of chelated microfertilizers to increase the level of realization of the genetic potential of peas is promising both in breeding and seed practice, and in the production of marketable products. **The purpose** of the study was to evaluate leafletless pea varieties on plant height and resistance to lodging under the influence of organomineral fertilizer-stimulating compositions. **The scientific novelty** lies in the fact that for the first time the influence of new chelated micronutrient fertilizers brands ORMISS on the characteristics of tendril (leafletless) pea varieties created in the Federal Rostov Scientific Research Agricultural Center, was studied. **Methods.** The researches were carried out in 2015–2017 in the Azov – Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University in Zernograd. Three pea varieties of the leafletless morphotype Aksayskiy usatyy 5, Al'yans and Ataman were the research material. The experiments and evaluations were carried out according to the method of field experience and the method of state variety testing of agricultural crops. The micronutrient fertilizers of ORMISS Cu–B and ORMISS Cu–Mo were used with the dosages 2 l/t and 2 l/ha for the treatment of seeds and plants. **Results.** The influence of organomineral fertilizer-stimulating compositions with copper, boron and molybdenum on the technological characteristics of pea varieties, such as the height of the lowest bean, the height of the plants, the stem height and the resistance to lodging, has been studied. It was founded that after these treatments, the indicators increased to different degrees, i. e. the height of the lowest bean varied from 51.2 to 66.1, the height of the plants – from 58.6 to 90.8 and the stem height – from 27.5 to 42.3 cm. The resistance to lodging at the same time was 0.4–0.6. In all variants of the experience the pea varieties were suitable for mechanical cultivation and harvesting.

Keywords: suitability for mechanical cultivation, pea, variety, leafletless morphotype, chelated microfertilizers.

For citation: Zhogaleva O. S., Streltsova L. G. Vysota rasteniy i ustoychivost' k poleganiyu sortov gorokha pod vliyaniem khelatnykh mikroudobreniy [Plant height and resistance to lodging of pea varieties under the influence of chelated micronutrient fertilizers] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 31–39. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-31-39. (In Russian.)

Date of paper submission: 30.03.2021, **date of review:** 09.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

References

1. Kasakova A. S., Yudaev, I. V., Fedorishchenko, M. G., et al. New approach to study stimulating effect of the pre-sowing barley seeds treatment in the electromagnetic field [e-resource] // OnLine Journal of Biological Sciences. 2018. Vol. 18. No. 2. URL: <https://www.thescipub.com/abstract/ojbsci.2018.197.207> (date of reference: 26.11.2020).
2. Kolesnikov L. E., Novikova I. I., Surin V. G., et al. Estimation of the Efficiency of the Combined Application of Chitosan and Microbial Antagonists for the Protection of Spring Soft Wheat from Diseases by Spectrometric Analysis [e-resource] // Applied Biochemistry and Microbiology. 2018. Vol. 54. No. 5. URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0003683818050083> (date of reference: 28.11.2020).
3. Kolesnikov L. E., Melnikov S. P., Kiselev M. V., Zuev E. V. Biological Substantiation of Application of Microfertilizers and Organo-Mineral Preparations for the Foliar Treatment of Wheat [e-resource] // Russian Agricultural Sciences. 2019 Vol. 45. No. 2. URL: https://www.researchgate.net/publication/333684752_Biological_Substantiation_of_Application_of_Microfertilizers_and_Organo-Mineral_Preparations_for_the_Foliar_Treatment_of_Wheat (date of reference: 28.11.2020).
4. Ivanenkova A. O., Geyger E. Yu., Kodochilova N. A., et al. Vliyanie razlichnykh form mikroelementov i sposobov ikh ispol'zovaniya na formirovanie urozhaya zernobobovykh kul'tur [The influence of different forms of trace elements and methods of them using on the formation of leguminous crops yield] // International Agricultural Journal. 2019. No. 4 (370). Pp. 66–70. (In Russian.)
5. Zhogaleva O. S., Streltsova L. G. Vliyanie khelatnykh mikroudobreniy na elementy struktury urozhaya gorokha [The effect of chelated micronutrients on the elements of peas yield structure] // Grain Economy of Russia. 2019. No. 4. Pp. 66–71. (In Russian.)
6. Streltsova L. G., Zhogaleva O. S. Yield and cost-effectiveness of ORMISS-responsive pea varieties [e-resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. No. 659. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/659/1/012103> (date of reference: 12.03.2021).

7. Gaysin I. A., Pakhomova V. M. Khelatnye mikroudobreniya: praktika primeneniya i mekhanizm deystviya [Chelate microfertilizers: practice of application and action mechanism]. Kazan': Izd-vo Kazanskogo universiteta, 2016. 316 p. (In Russian.)
8. Gaysin I. A., Pakhomova V. M. Itogi razrabotki i izucheniya mekhanizma deystviya khelatnykh mikroudobreniy marki ZhUSS [Results of development and research of chelated microfertilizers ZhUSS activity] // Agrochemical Herald. 2017. No. 5. Pp. 45–47. (In Russian.)
9. Verbitskiy N. M., Osokina E. I. Seleksiya gorokha na Donu [Selection of pea on Don] // Genetika i seleksiya gorokha na Donu: sbornik nauchnykh trudov. Rostov-on-Don, 2003. Pp. 178–213. (In Russian.)
10. Ponomareva S. V. Izuchenie iskhodnogo materiala kolleksii gorokha v usloviyakh Nizhegorodskoy oblasti [The study of starting material of pea collection in Nizhny Novgorod region] // Agricultural Science Euro-North-East. 2018. Vol. 63. No. 2. Pp. 23–28. (In Russian.)
11. Aseeva T. A., Shepel' O. L. Izuchenie perspektivnykh sortoobraztsov gorokha v usloviyakh Priamur'ya [Investigation of promising pea varieties under conditions of Amur river region] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2017. Vol. 31. No. 4. Pp. 47–50. (In Russian.)
12. Korobova N. A., Korobov A. P., Lysenko A. A., et al. Sravnitel'naya kharakteristika rayonirovannykh sortov gorokha donskey seleksii [Comparative characteristics of cultivars of peas donskey breeding] // Legumes and groat crops. 2019. No. 3 (31). Pp. 34–41. (In Russian.)
13. Davletov F. A., Gaynullina K. P., Karimov I. K. Sravnitel'noe izuchenie morfobiologicheskikh i khozyaystvenno tsennykh priznakov gorokha starodavnykh i sovremennykh sortov [Comparative study of morpho-biological and economic character of traditional and modern pea varieties] // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 4 (40). Pp. 21–30. (In Russian.)
14. Amelin A. V., Chekalin E. I. Adaptivnye sposobnosti rasteniy gorokha i ikh izmeneniya v rezul'tate seleksii // Legumes and groat crops. 2019. No. 2 (30). Pp. 4–14. (In Russian.)
15. Zelenov A. N., Zadorin A. M., Zelenov A. A. Pervye rezul'taty sozdaniya sortov gorokha morfotipa khameleon [The first results of creating pea varieties of the chameleon morphotype] // Legumes and groat crops. 2018. No. 2 (26). Pp. 15–21. (In Russian.)
16. Katyuk A. I., Maystrenko O. A. Rezul'taty seleksii zernovogo gorokha na povyshenie urozhaynosti, kachestva zerna i tekhnologichnosti k mekhanizirovannomu vozdeystviyu [The results of the selection of grain peas to increase yield, grain quality and manufacturability for mechanized cultivation] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2018. Vol. 20. No. 2 (3). Pp. 641–645. (In Russian.)
17. Zelenov A. A., Zadorin A. M., Zelenov A. N., Kononova M. E. Seleksiya usatykh sortov gorokha v FNTs zernobobovykh i krupyanykh kul'tur [Selection of leafletless pea varieties at Federal Scientific Center of legumes and groat crops] // Legumes and groat crops. 2020. No. 1 (33). Pp. 4–10. (In Russian.)
18. Davletov F. A., Gaynullina K. P., Magafurova F. F. Sravnitel'noe izuchenie khozyaystvenno-biologicheskikh priznakov u sortov gorokha, sozdannykh v Respublike Bashkortostan za poslednie 30 let [A comparative study of economic and biological characters of pea varieties developed in the Republic of Bashkortostan over the past 30 years] // Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 4 (84). Pp. 72–77. (In Russian.)
19. Zelenov A. A., Zelenov A. N., Naumkina T. S., et al. Sozdanie i ispol'zovanie v seleksii geneticheskogo raznoobraziya rassechennolistochkovogo morfotipa gorokha [Creation and use of genetic diversity in breeding of dissected leaf morphotype of pea] // Legumes and groat crops. 2017. No. 2 (22). Pp. 8–16. (In Russian.)
20. Brailova I. S., Filatova I. A. Kolleksiya gorokha – istochnik khozyaystvenno tsennykh priznakov [Pea collection – source of economically valuable characteristics] // Legumes and groat crops. 2019. No. 3 (31). Pp. 27–33. (In Russian.)

Authors' information:

Olga S. Zhogaleva¹, research technician, ORCID 0000-0003-1477-3285, AuthorID 987783; +7 919 898-10-91, os.zogaleva@mail.ru

Lyudmila G. Streltsova², candidate of agricultural sciences, associate professor of the department “Agronomy and breeding of agricultural crops”, ORCID 0000-0001-6419-1502, AuthorID 677038; +7 989 616-04-14, streltsovalg@yandex.ru

¹ Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia

² Azov – Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University, Zernograd, Russia

Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства

Р. А. Осипенко¹, Ю. В. Зарипов¹, С. В. Залесов¹✉

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Цель – установление возможности использования выработанных карьеров кирпичной глины для пастбищ скота и заготовки кормов для животных. Были исследованы запасы надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП), формирующегося при естественном зарастании выработанных карьеров кирпичной глины. **Методика.** Видовой состав, проективное покрытие и надземная фитомасса ЖНП устанавливались на учетных площадках размером 0,5 × 0,5 м, равномерно расположенных на дне и откосах карьера. На каждом из элементов карьера закладывалось не менее 30 учетных площадок. Кроме того, аналогичное количество учетных площадок закладывалось рядом с карьером, где добыча глины не производилась. Исследования проводились в округе сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области. **Результаты.** Установлено, что грунт выработанных карьеров не содержит тяжелых металлов и других опасных для животных химических элементов. Общая надземная фитомасса ЖНП на дне и откосах карьера составляет 1101,1 и 812,6 кг/га в абсолютно сухом состоянии соответственно. Общее проективное покрытие на дне карьера спустя 3 года после технического этапа рекультивации составляет 64,7 %, а на откосах 42,5 %. Наличие в составе ЖНП луговых видов и в частности из семейства бобовых (*Vicia racca* L.; *V. Hybridum* L.; *V. Sativa* L.; *V. Vernus* L.; *V. Sylvatica* L.; *Trifolium pretense* L.; *T. Lupinaster* L.; *T. Repens* L.; *T. Hybridum* L.; *T. Medium* L.; *Lathyrus pratensis* L.; *Melilotus albus* Medikus; *M. Officinalis* L. Pall.; *Medicago lupulina* L. и др.) свидетельствует о высокой кормовой ценности ЖНП. **Научная новизна.** Передача выработанных карьеров кирпичной глины под временное сельскохозяйственное использование будет способствовать формированию почвы на дне и откосах карьера и в конечном счете повышению продуктивности будущих насаждений.

Ключевые слова: карьеры, рекультивация, живой напочвенный покров, проективное покрытие, видовой состав, надземная фитомасса, сельскохозяйственное использование.

Для цитирования: Осипенко Р. А., Зарипов Ю. В., Залесов С. В. Рекультивированные земли как резерв кормовой базы животноводства // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 40–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-40-54.

Дата поступления статьи: 24.12.2020, **дата рецензирования:** 25.01.2021, **дата принятия:** 19.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Одним из факторов, сдерживающих развитие животноводства в таежной зоне, является недостаток открытых пастбищ и сенокосов. Основная причина последнего объясняется тем, что не покрытые лесной растительностью земли достаточно быстро зарастают древесно-кустарниковой растительностью [1]. Другими словами, для поддержания сенокосов в эксплуатационном состоянии необходимо их систематическое использование по назначению, а также уборка подроста по периметру сенокосов.

По мере зарастания бывших сельскохозяйственных угодий видовой состав живого напочвенного покрова резко меняется. Из-за уменьшения освещенности из него исчезают светолюбивые виды из семейства бобовых и злаковых, а на их место приходят более теневыносливые виды с доминированием зеленых мхов. Сокращается надземная фитомасса живого напочвенного покрова, изменяется ее хими-

ческий состав. По мере увеличения густоты древостоя сокращается проективное покрытие трав, и в период смыкания крон деревьев (стадия чащи) виды живого напочвенного покрова полностью исчезают с формированием мертвопокровного типа леса. То есть на поверхности почвы имеет место лишь лесная подстилка.

Из-за изменения видового состава под пологом леса по сравнению с открытым пространством снижается не только масса, но и кормовая ценность травянистых растений [2].

Расчистка заросших древесно-кустарниковой растительностью площадей – весьма трудоемкое мероприятие, требующее значительных трудовых и финансовых затрат. Поэтому поиск новых площадей для пастбищ и сенокосов заслуживает самого пристального внимания. Одним из вариантов расширения площадей для выпаса домашних животных и заготовки сена может быть использование рекультивированных

участков нарушенных земель. Однако многие из подобных участков не могут служить пастбищами и сенокосами в связи с наличием в почвогрунте тяжелых металлов и других вредных для животных химических веществ [3], [4]. Для таких участков больше подходит лесохозяйственное направление рекультивации [5], [6]. В то же время многие полезные ископаемые добываются открытым способом. Так, после завершения добычи строительной глины и песка образуются сухоройные карьеры, подлежащие рекультивации [7], [8]. Откосы и дно карьеров сглаживаются в процессе технического этапа рекультивации, а сами карьеры оставляются, как правило, под естественное зарастание.

Целью наших исследований являлось установление возможности использования выработанных карьеров кирпичной глины для пастбы скота и заготовки кормов для животных.

Методология и методы исследования (Methods)

В качестве объектов исследований были использованы выработанные карьеры кирпичной глины, расположенные в округе сосново-березовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области [9]. В соответствии с действующими нормативными документами район проведения исследований относится к Средне-Уральскому таежному лесному району.

Несмотря на континентальность климата района исследований, что подтверждается продолжительной холодной зимой и относительно коротким теплым ле-

том, а также поздними весенними и ранними осенними заморозками, здесь наблюдается благоприятное для растений таежной зоны соотношение тепла и влаги. При среднегодовом количестве осадков 447 мм продолжительности малого вегетационного периода 115–120 дней и доминировании дерново-подзолистых почв средне- и легкосуглинистого механического состава создаются условия для произрастания высокопроизводительных сосновых насаждений с примесью березы.

Для добычи глины территория будущих карьеров была оформлена в аренду с последующим лесохозяйственным направлением рекультивации. После завершения работ в указанных карьерах был выполнен первый этап рекультивации, заключающийся в выравнивании дна и сглаживании откосов карьера. На участке максимального заглубления, где выемка глины производилась ниже уровня грунтовых вод, в процессе первого этапа рекультивации создавался пожарный водоем, который давал возможность обеспечить водопой животных в случае выпаса их в карьере.

В процессе исследований на дне и откосах карьера закладывались учетные площадки для изучения видового состава и надземной фитомассы живого напочвенного покрова, формирующегося естественным способом. В соответствии с апробированными методиками исследований [10], [11] учетные площадки закладывались равномерно по площади через равные расстояния. Размер каждой учетной площадки – 0,5 × 0,5 м. Площадки закладывались в период максимальной надземной фитомассы живого напочвенного по-

Таблица 1
Валовой химический состав почвообразующих глин

Химические компоненты	Содержание химических компонентов (сухие вещества), %	
	Делювиальные глины	Элювиальные глины
SiO ₂	<u>58,86 – 63,52</u> [*] 60,46	<u>42,50 – 52,54</u> 47,25
Al ₂ O ₃	<u>16,84 – 18,46</u> 17,92	<u>16,63 – 18,80</u> 17,81
TiO ₂	<u>0,85 – 0,91</u> 0,89	<u>1,08 – 1,10</u> 1,09
Fe ₃ O ₃	<u>5,85 – 7,00</u> 6,53	<u>12,00 – 13,00</u> 12,53
CaO	<u>2,24 – 2,80</u> 2,61	<u>1,26 – 2,80</u> 1,96
MgO	<u>1,31 – 2,02</u> 1,55	<u>2,81 – 4,30</u> 3,37
SO ₃	<u>0,05 – 0,10</u> 0,08	<u>0,06 – 0,09</u> 0,08
K ₂ O	<u>0,34 – 0,59</u> 0,45	<u>0,55 – 0,88</u> 0,70
Na ₂ O	<u>0,65 – 1,12</u> 0,86	<u>1,02 – 1,20</u> 1,10

Примечание. * В числителе – параметры; в знаменателе – среднее значение.

Table 1
Gross chemical composition of soil-forming clays

Chemical components	Content of chemical components (dry matter), %	
	Deluvial clays	Eluvial clays
SiO ₂	<u>58.86 – 63.52</u> [*] 60.46	<u>42.50 – 52.54</u> 47.25
Al ₂ O ₃	<u>16.84 – 18.46</u> 17.92	<u>16.63 – 18.80</u> 17.81
TiO ₂	<u>0.85 – 0.91</u> 0.89	<u>1.08 – 1.10</u> 1.09
Fe ₃ O ₃	<u>5.85 – 7.00</u> 6.53	<u>12.00 – 13.00</u> 12.53
CaO	<u>2.24 – 2.80</u> 2.61	<u>1.26 – 2.80</u> 1.96
MgO	<u>1.31 – 2.02</u> 1.55	<u>2.81 – 4.30</u> 3.37
SO ₃	<u>0.05 – 0.10</u> 0.08	<u>0.06 – 0.09</u> 0.08
K ₂ O	<u>0.34 – 0.59</u> 0.45	<u>0.55 – 0.88</u> 0.70
Na ₂ O	<u>0.65 – 1.12</u> 0.86	<u>1.02 – 1.20</u> 1.10

Note. * numerator – parameters; denominator – mean.

крова (ЖНП) в первой декаде июля. После срезания ЖНП на каждой учетной площадке в лабораторных условиях производился разбор надземной фитомассы по видам, устанавливалась масса каждого вида в свежесобранном состоянии и отбирались навески для определения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Для этого навески высушивались при температуре 105 °С до постоянства массы. Все полученные данные пересчитывались на 1 га, при этом производилось деление видов по ценотипам.

Результаты (Results)

В процессе исследований нами выполнены работы на Старковском и Красноармейском месторождениях кирпичной глины. Площадь выработанного карьера на Старковском месторождении составляет 26,8 га, на Красноармейском – 45 га. Оба рекультивированных карьера характеризуются близким химическим составом делювиальных и элювиальных почвообразующих глин (таблица 1).

Анализ химического состава свидетельствует, что в почвообразующих глинах отсутствуют вредные для животных тяжелые металлы и другие химические элементы.

Исследования показали, что естественное зарастание выработанных карьеров кирпичной глины протекает довольно успешно. Уже спустя 3 года после прекращения добычи глины и проведения технического этапа рекультивации на дне (рис. 1) и откосах (рис. 2) карьера проективное покрытие живого напочвенного покрова (ЖНП) составляет 64,65 и 42,50 %, соответственно.

Живой напочвенный покров на дне и откосах карьера характеризуется значительным разнообразием (таблица 2).

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что на дне карьера насчитывается 64 вида живого напочвенного покрова с проективным покрытием 64,65 % и надземной фитомассой 1101,08 кг/га в абсолютно сухом состоянии. При этом треть надземной фитомассы приходится на клевер луговой (20,97 %) и донник белый (14,19 %).

На откосах карьера проективное покрытие живого напочвенного покрова составляет 42,5 % при общей надземной фитомассе в абсолютно сухом состоянии 812,6 кг/га. В надземной фитомассе живого напочвенного покрова доминируют иван-чай узколистый (32,29 %) и мать-и-мачеха обыкновенная (15,13 %).

Более успешно происходит зарастание дна карьера, где количество видов ЖНП составляет 64 вида из 17 семейств при 42 видах из 17 семейств на откосах карьера (таблица 3).

Материалы таблицы 3 свидетельствуют, что наиболее представленным семейством на дне выработанного карьера и его откосах по количеству видов является семейство астровых. Так, в частности, доля видов данного семейства на дне карьера составляет 26,6 % от общего видового разнообразия, а на откосах карьера этот показатель составляет 23,8 %. Представители семейства астровых имеют и наибольшее проективное покрытие. Последнее составляет на дне карьера 20,1, а на откосах 18,7 %.

В то же время вторым по представительству является семейство бобовых. На долю видов данного семейства на дне карьера приходится 20,3 % при проективном покрытии 29,9 %. Особо следует отметить, что представители семейства бобовых характеризуются наибольшей надземной фитомассой в абсолютно сухом состоянии. Последняя составляет 630,4 кг/га, или 57,3 % от общей надземной фитомассы ЖНП на дне



Рис. 1. Зарастание дна выработанного карьера кирпичной глины спустя 3 года после технического этапа рекультивации

Fig. 1. Overgrowth of the bottom of a mined-out brick clay quarry 3 years after the technical stage of reclamation



Рис. 2. Живой напочвенный покров на откосах выработанного карьера кирпичной глины спустя 3 года после проведения технического этапа рекультивации

Fig. 2. Living ground cover on the slopes of a mined-out brick clay quarry 3 years after the technical stage of reclamation

карьера. Среди видов семейства бобовых наибольшей надземной фитомассой характеризуются клевер луговой (*Trifolium pretense* L.) – 230,9 кг/га, донник белый (*Melilotus albus* Medikus) – 156,2 кг/га, донник лекарственный (*M. Officinalis* L. Poll.) – 87,2 кг/га, люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.) – 44,7 кг/га, клевер ползучий (*Trifolium repens* L.) – 31,7 кг/га и клевер средний (*Trifolium medium* L.) – 30,4 кг/га.

Доля видов семейства бобовых на откосах карьера в общей надземной фитомассе значительно ниже – 5,8 %. Здесь среди бобовых доминируют донник белый (*Melilotus albus* Medikus) – 28,4 кг/га, чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.) – 14,9 кг/га и клевер луговой (*Trifolium. Pretense* L.) – 3,3 кг/га в абсолютно сухом состоянии.

Таблица 2

Видовой состав, проективное покрытие и надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии живого напочвенного покрова по семействам на дне и откосах карьера кирпичной глины спустя 3 года после технического этапа рекультивации

Вид	Дно карьера		Откосы карьера	
	Проективное покрытие, %/%	Надземная фитомасса, кг/га/%	Проективное покрытие, %/%	Надземная фитомасса, кг/га/%
Астровые (Asteraceae Dumort.)				
Скерда сибирская (<i>Crepis sibirica</i> L.)	<u>0,04</u> 0,06	<u>0,22</u> 0,02	–	–
Ястребинка волосистая (<i>Pilosella officinarum</i> F. W. Schultz & Sch. Bip.)	<u>0,15</u> 0,23	<u>0,28</u> 0,03	–	–
Кульбаба осенняя (<i>Leontodon autumnalis</i> L.)	<u>0,06</u> 0,09	<u>0,46</u> 0,04	–	–
Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.)	<u>0,85</u> 1,31	<u>6,86</u> 0,62	<u>0,74</u> 1,74	<u>5,87</u> 0,72
Ромашка непахучая (<i>Matricaria inodora</i> L.)	<u>2,39</u> 3,69	<u>32,29</u> 2,93	–	–
Чертополох поникающий (<i>Carduus nutans</i> L.)	<u>0,08</u> 0,13	<u>1,66</u> 0,15	–	–
Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium umbellatum</i> L.)	<u>0,28</u> 0,43	<u>2,29</u> 0,21	<u>0,11</u> 0,26	<u>0,32</u> 0,04
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvanse</i> L. Scop.)	<u>1,22</u> 1,88	<u>21,31</u> 1,94	<u>2,93</u> 6,91	<u>80,84</u> 9,95
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	<u>1,85</u> 2,86	<u>11,78</u> 1,07	<u>0,52</u> 1,23	<u>1,92</u> 0,24
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	<u>0,66</u> 1,01	<u>8,43</u> 0,77	<u>0,11</u> 0,26	<u>0,90</u> 0,11
Пижма лекарственная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	<u>0,08</u> 0,13	<u>1,97</u> 0,18	–	–
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	<u>0,78</u> 1,21	<u>9,28</u> 0,84	<u>0,87</u> 2,05	<u>18,16</u> 2,23
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.)	<u>0,04</u> 0,06	<u>0,16</u> 0,01	<u>0,15</u> 0,36	<u>1,10</u> 0,14
Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	<u>10,65</u> 16,47	<u>116,88</u> 10,62	<u>12,48</u> 29,38	<u>122,98</u> 15,13
Мелколепестник острый (<i>Erigeron acris</i> L.)	<u>0,06</u> 0,09	<u>0,63</u> 0,06	<u>0,07</u> 0,15	<u>0,32</u> 0,04
Осот шероховатый (<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.)	<u>0,04</u> 0,06	<u>0,47</u> 0,04	–	–

Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	<u>0,87</u> 1,35	<u>7,62</u> 0,69	<u>0,76</u> 1,79	<u>28,47</u> 3,50
Бобовые (Fabaceae Lindl.)				
Вика лесная (<i>Vicia sylvatica</i> L.)	<u>0,04</u> 0,06	<u>0,13</u> 0,01	–	–
Мышинный горошек (<i>Vicia cracca</i> L.)	<u>0,78</u> 1,21	<u>9,36</u> 0,85	<u>0,07</u> 0,15	<u>0,39</u> 0,05
Чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> L.)	<u>0,03</u> 0,039	<u>0,02</u> 0,002	–	–
Горошек посевной (<i>Vicia sativa</i> L.)	<u>0,21</u> 0,32	<u>2,44</u> 0,22	–	–
Клевер гибридный (<i>Trifolium hybridum</i> L.)	<u>0,63</u> 0,97	<u>10,98</u> 1,00	–	–
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	<u>9,46</u> 14,64	<u>230,93</u> 20,97	<u>0,24</u> 0,56	<u>3,31</u> 0,41
Клевер люпиновый (<i>Trifolium lupinaster</i> L.)	<u>0,56</u> 0,87	<u>5,45</u> 0,49	<u>0,07</u> 0,15	<u>0,25</u> 0,03
Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)	<u>1,64</u> 2,53	<u>30,42</u> 2,76	–	–
Чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.)	<u>1,12</u> 1,73	<u>20,91</u> 1,90	<u>0,87</u> 2,05	<u>14,85</u> 1,83
Донник белый (<i>Melilotus albus</i> Medikus)	<u>4,55</u> 7,03	<u>156,23</u> 14,19	<u>0,76</u> 1,79	<u>28,39</u> 3,49
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L. Pall.)	<u>3,84</u> 5,94	<u>87,18</u> 7,92	–	–
Люцерна хмелевидная (<i>Medicago lupulina</i> L.)	<u>3,08</u> 4,77	<u>44,65</u> 4,05	<u>0,11</u> 0,26	<u>0,15</u> 0,02
Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	<u>3,97</u> 6,15	<u>31,68</u> 2,88	–	–
Мятликовые (Poaceae Barnhart.)				
Бор развесистый (<i>Milium effusum</i> L.)	<u>0,29</u> 0,45	<u>8,69</u> 0,79	–	–
Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.)	<u>0,46</u> 0,71	<u>10,87</u> 0,99	<u>0,87</u> 2,05	<u>12,43</u> 1,53
Вейник тростниковидный (<i>Calamagrostis arundinacea</i> Roth.)	<u>0,92</u> 1,43	<u>23,31</u> 2,12	<u>0,65</u> 1,54	<u>21,02</u> 2,59
Полевица тонкая (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.)	<u>1,08</u> 1,68	<u>15,33</u> 1,39	<u>1,63</u> 3,84	<u>26,33</u> 3,24
Ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i> L.)	<u>0,08</u> 0,13	<u>1,85</u> 0,17	–	–
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)	<u>3,27</u> 5,06	<u>50,71</u> 4,61	<u>1,50</u> 3,53	<u>27,03</u> 3,33
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)	<u>0,13</u> 0,19	<u>3,13</u> 0,28	–	–
Ячмень гривастый (<i>Hordeum jubatum</i> L.)	<u>0,82</u> 1,26	<u>17,04</u> 1,55	<u>0,43</u> 1,02	<u>3,46</u> 0,43
Костер безостый (<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub.)	<u>0,48</u> 0,74	<u>5,54</u> 0,50	<u>0,22</u> 0,51	<u>1,10</u> 0,13
Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> L. Nevski)	<u>0,57</u> 0,88	<u>11,71</u> 1,06	<u>1,63</u> 3,84	<u>31,79</u> 3,91
Маревые (Chenopodiaceae Vent.)				
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	<u>0,34</u> 0,52	<u>6,84</u> 0,62	–	–
Лебеда раскидистая (<i>Atriplex patula</i> L.)	<u>0,17</u> 0,26	<u>3,53</u> 0,32	–	–

Гвоздичные (Caryophyllaceae Juss.)				
Звездчатка жестколистная (Stellaria holostea L.)	<u>0,07</u> 0,10	<u>0,68</u> 0,06	–	–
Звездчатка злаковая (Stellaria graminea L.)	–	–	<u>0,48</u> 1,13	<u>1,54</u> 0,19
Гречишные (Polygonaceae Juss.)				
Горец почечуйный (Polygonum persicaria L.)	<u>0,08</u> 0,13	<u>0,34</u> 0,03		
Горец птичий (Polygonum aviculare L.)	<u>0,21</u> 0,32	<u>4,22</u> 0,38		
Зонтичные (Apiaceae Lindl.)				
Бедренец камнеломковый (Pimpinella axifraga L.)	<u>0,18</u> 0,29	<u>1,32</u> 0,12	<u>0,09</u> 0,20	<u>0,21</u> 0,03
Сныть обыкновенная (Aegopodium podagraria L.)	<u>0,12</u> 0,18	<u>0,49</u> 0,04	<u>0,33</u> 0,77	<u>2,16</u> 0,27
Кипрейные (Onagraceae Juss.)				
Иван-чай узколистный (Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.)	<u>2,13</u> 3,30	<u>47,38</u> 4,30	<u>8,15</u> 19,19	<u>262,40</u> 32,29
Крапивные (Urticaceae Juss.)				
Крапива двудомная (Urtica dioica L.)	<u>0,31</u> 0,48	<u>5,48</u> 0,50	<u>1,74</u> 4,09	<u>63,77</u> 7,85
Крестоцветные (Brassicaceae Burnett.)				
Пастушья сумка обыкновенная (Capsella bursa-pastoris (L.) Medikus)	<u>0,03</u> 0,039	<u>0,05</u> 0,005	–	–
Лютиковые (Ranunculaceae Juss.)				
Лютик едкий (Ranunculus acris L.)	<u>0,17</u> 0,26	<u>1,15</u> 0,10	<u>0,26</u> 0,61	<u>4,28</u> 0,53
Лютик ползучий (Ranunculus repens L.)	<u>0,08</u> 0,13	<u>0,59</u> 0,05	–	–
Мареновые (Rubiaceae Juss.)				
Подмаренник северный (Galium boreale L.)	<u>0,28</u> 0,43	<u>2,20</u> 0,20	–	–
Марьянник луговой (Melampyrum pratense L.)	–	–	<u>0,04</u> 0,10	<u>0,02</u> 0,00
Подмаренник цепкий (Galium aparine L.)	–	–	<u>0,11</u> 0,26	<u>0,17</u> 0,02
Норичниковые (Scrophulariaceae Juss.)				
Вероника дубравная (Veronica chamaedrys L.)	<u>0,21</u> 0,32	<u>0,55</u> 0,05	<u>0,78</u> 1,84	<u>4,89</u> 0,60
Очанка лекарственная (Euphrasia officinalis L.)	<u>0,03</u> 0,039	<u>0,05</u> 0,005	–	–
Льнянка обыкновенная (Linaria vulgaris Mill.)	<u>0,03</u> 0,04	<u>0,39</u> 0,04	–	–
Подорожниковые (Plantaginaceae Juss.)				
Подорожник большой (Plantago major L.)	<u>0,44</u> 0,68	<u>1,75</u> 0,16	<u>0,17</u> 0,41	<u>1,61</u> 0,20
Рогозовые (Typhaceae Juss.)				
Рогоз широколистный (Typha latifolia L.)	<u>0,25</u> 0,39	<u>13,97</u> 1,27	–	–
Розоцветные (Rosaceae Juss.)				
Земляника лесная (Fragaria vesca L.)	<u>0,17</u> 0,26	<u>0,81</u> 0,07	<u>0,20</u> 0,46	<u>0,49</u> 0,06
Костяника каменистая (Rubus saxatilis L.)	<u>0,34</u> 0,52	<u>3,68</u> 0,33	<u>0,65</u> 1,54	<u>10,01</u> 1,23
Лапчатка прямостоячая (Potentilla erecta (L.) Raensch)	<u>0,03</u> 0,04	<u>0,14</u> 0,01	–	–

Гравилат городской (Geum urbanum L.)	$\frac{0,03}{0,05}$	$\frac{0,34}{0,03}$	$\frac{0,07}{0,15}$	$\frac{0,67}{0,08}$
Лапчатка гусиная (Potentilla anserina L.)	$\frac{0,08}{0,13}$	$\frac{0,71}{0,06}$	–	–
Таволга вязолистная (Filipendula ulmaria L.)	–	–	$\frac{0,22}{0,51}$	$\frac{12,04}{1,48}$
Яснотковые (Lamiales Linsl.)				
Черноголовка лекарственная (Betonica officinalis L.)	$\frac{0,76}{1,17}$	$\frac{3,27}{0,30}$	–	–
Будра плюшевидная (Glechoma hederacea L.)	–	–	$\frac{0,65}{1,54}$	$\frac{7,87}{0,97}$
Осоковые (Cyperaceae Juss.)				
Осока корневищная (Carex rhizina Btyttex Lindbl.)	–	–	$\frac{0,22}{0,51}$	$\frac{1,97}{0,24}$
Бурачниковые (Boraginaceae Juss.)				
Медуница неясная (Pulmonaria obsura Dumort.)	–	–	$\frac{0,37}{0,87}$	$\frac{6,35}{0,78}$
Амарантовые (Amaranthaceae Juss.)				
Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus L.)	–	–	$\frac{0,11}{0,26}$	$\frac{0,43}{0,05}$
Грушанковые (Pyrolaceae Dumort.)				
Одноцветка обыкновенная (Moneses uniflora (L.) A. Gray)	–	–	$\frac{0,07}{0,15}$	$\frac{0,34}{0,04}$
Итого	$\frac{64,65}{100}$	$\frac{1101,08}{100}$	$\frac{42,50}{100}$	$\frac{812,60}{100}$

Table 2
Species composition, projective cover and above-ground phytomass in an absolutely dry state of the living ground cover by families at the bottom and slopes of a brick clay quarry 3 years after the technical stage of reclamation

View	Pit bottom		Pit slopes	
<i>Asteraceae Dumort.</i>	Projective cover, %/%	Above ground phytomass, kg/ha/%	Projective cover, %/%	Above ground phytomass, kg/ha/%
<i>Crepis sibirica L.</i>	$\frac{0,04}{0,06}$	$\frac{0,22}{0,02}$	–	–
<i>Pilosella officinarum F. W. Schultz & Sch. Bip.</i>	$\frac{0,15}{0,23}$	$\frac{0,28}{0,03}$	–	–
<i>Leontodon autumnalis L.</i>	$\frac{0,06}{0,09}$	$\frac{0,46}{0,04}$	–	–
<i>Leucanthemum vulgare Lam.</i>	$\frac{0,85}{1,31}$	$\frac{6,86}{0,62}$	$\frac{0,74}{1,74}$	$\frac{5,87}{0,72}$
<i>Matricaria inodora L.</i>	$\frac{2,39}{3,69}$	$\frac{32,29}{2,93}$	–	–
<i>Carduus nutans L.</i>	$\frac{0,08}{0,13}$	$\frac{1,66}{0,15}$	–	–
<i>Hieracium umbellatum L.</i>	$\frac{0,28}{0,43}$	$\frac{2,29}{0,21}$	$\frac{0,11}{0,26}$	$\frac{0,32}{0,04}$
<i>Cirsium arvanse L. Scop.</i>	$\frac{1,22}{1,88}$	$\frac{21,31}{1,94}$	$\frac{2,93}{6,91}$	$\frac{80,84}{9,95}$
<i>Taraxacum officinale Wigg.</i>	$\frac{1,85}{2,86}$	$\frac{11,78}{1,07}$	$\frac{0,52}{1,23}$	$\frac{1,92}{0,24}$
<i>Sonchus arvensis L.</i>	$\frac{0,66}{1,01}$	$\frac{8,43}{0,77}$	$\frac{0,11}{0,26}$	$\frac{0,90}{0,11}$
<i>Tanacetum vulgare L.</i>	$\frac{0,08}{0,13}$	$\frac{1,97}{0,18}$	–	–
<i>Artemisia absinthium L.</i>	$\frac{0,78}{1,21}$	$\frac{9,28}{0,84}$	$\frac{0,87}{2,05}$	$\frac{18,16}{2,23}$
<i>Achillea millefolium L.</i>	$\frac{0,04}{0,06}$	$\frac{0,16}{0,01}$	$\frac{0,15}{0,36}$	$\frac{1,10}{0,14}$

<i>Tussilago farfara</i> L.	<u>10.65</u> 16.47	<u>116.88</u> 10.62	<u>12.48</u> 29.38	<u>122.98</u> 15.13
<i>Erigeron acris</i> L.	<u>0.06</u> 0.09	<u>0.63</u> 0.06	<u>0.07</u> 0.15	<u>0.32</u> 0.04
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	<u>0.04</u> 0.06	<u>0.47</u> 0.04	—	—
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	<u>0.87</u> 1.35	<u>7.62</u> 0.69	<u>0.76</u> 1.79	<u>28.47</u> 3.50
Fabaceae Lindl.				
<i>Vicia sylvatica</i> L.	<u>0.04</u> 0.06	<u>0.13</u> 0.01	—	—
<i>Vicia cracca</i> L.	<u>0.78</u> 1.21	<u>9.36</u> 0.85	<u>0.07</u> 0.15	<u>0.39</u> 0.05
<i>Lathyrus vernus</i> L.	<u>0.03</u> 0.039	<u>0.02</u> 0.002	—	—
<i>Vicia sativa</i> L.	<u>0.21</u> 0.32	<u>2.44</u> 0.22	—	—
<i>Trifolium hybridum</i> L.	<u>0.63</u> 0.97	<u>10.98</u> 1.00	—	—
<i>Trifolium pratense</i> L.	<u>9.46</u> 14.64	<u>230.93</u> 20.97	<u>0.24</u> 0.56	<u>3.31</u> 0.41
<i>Trifolium lupinaster</i> L.	<u>0.56</u> 0.87	<u>5.45</u> 0.49	<u>0.07</u> 0.15	<u>0.25</u> 0.03
<i>Trifolium medium</i> L.	<u>1.64</u> 2.53	<u>30.42</u> 2.76	—	—
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	<u>1.12</u> 1.73	<u>20.91</u> 1.90	<u>0.87</u> 2.05	<u>14.85</u> 1.83
<i>Melilotus albus</i> Medikus	<u>4.55</u> 7.03	<u>156.23</u> 14.19	<u>0.76</u> 1.79	<u>28.39</u> 3.49
<i>Melilotus officinalis</i> L. Pall.	<u>3.84</u> 5.94	<u>87.18</u> 7.92	—	—
<i>Medicago lupulina</i> L.	<u>3.08</u> 4.77	<u>44.65</u> 4.05	<u>0.11</u> 0.26	<u>0.15</u> 0.02
<i>Trifolium repens</i> L.	<u>3.97</u> 6.15	<u>31.68</u> 2.88	—	—
Poaceae Barnhart.				
<i>Milium effusum</i> L.	<u>0.29</u> 0.45	<u>8.69</u> 0.79	—	—
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	<u>0.46</u> 0.71	<u>10.87</u> 0.99	<u>0.87</u> 2.05	<u>12.43</u> 1.53
(<i>Calamagrostis arundinacea</i> Roth.)	<u>0.92</u> 1.43	<u>23.31</u> 2.12	<u>0.65</u> 1.54	<u>21.02</u> 2.59
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	<u>1.08</u> 1.68	<u>15.33</u> 1.39	<u>1.63</u> 3.84	<u>26.33</u> 3.24
<i>Dactylis glomerata</i> L.	<u>0.08</u> 0.13	<u>1.85</u> 0.17	—	—
<i>Poa pratensis</i> L.	<u>3.27</u> 5.06	<u>50.71</u> 4.61	<u>1.50</u> 3.53	<u>27.03</u> 3.33
<i>Phleum pratense</i> L.	<u>0.13</u> 0.19	<u>3.13</u> 0.28	—	—
<i>Hordeum jubatum</i> L.	<u>0.82</u> 1.26	<u>17.04</u> 1.55	<u>0.43</u> 1.02	<u>3.46</u> 0.43
<i>Bromopsis inermis</i> (Leyss.) Holub.	<u>0.48</u> 0.74	<u>5.54</u> 0.50	<u>0.22</u> 0.51	<u>1.10</u> 0.13
<i>Elytrigia repens</i> L. Nevski	<u>0.57</u> 0.88	<u>11.71</u> 1.06	<u>1.63</u> 3.84	<u>31.79</u> 3.91
Chenopodiaceae Vent.				
<i>Chenopodium album</i> L.	<u>0.34</u> 0.52	<u>6.84</u> 0.62	—	—
<i>Atriplex patula</i> L.	<u>0.17</u> 0.26	<u>3.53</u> 0.32	—	—

Caryophyllaceae Juss.				
<i>Stellaria holostea</i> L.	<u>0.07</u> 0.10	<u>0.68</u> 0.06	—	—
<i>Stellaria graminea</i> L.	—	—	<u>0.48</u> 1.13	<u>1.54</u> 0.19
Polygonaceae Juss.				
<i>Polygonum persicaria</i> L.	<u>0.08</u> 0.13	<u>0.34</u> 0.03		
<i>Polygonum aviculare</i> L.	<u>0.21</u> 0.32	<u>4.22</u> 0.38		
Apiaceae Lindl.				
<i>Pimpinella axifraga</i> L.	<u>0.18</u> 0.29	<u>1.32</u> 0.12	<u>0.09</u> 0.20	<u>0.21</u> 0.03
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	<u>0.12</u> 0.18	<u>0.49</u> 0.04	<u>0.33</u> 0.77	<u>2.16</u> 0.27
Onagraceae Juss.				
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	<u>2.13</u> 3.30	<u>47.38</u> 4.30	<u>8.15</u> 19.19	<u>262.40</u> 32.29
Urticaceae Juss.				
<i>Urtica dioica</i> L.	<u>0.31</u> 0.48	<u>5.48</u> 0.50	<u>1.74</u> 4.09	<u>63.77</u> 7.85
Brassicaceae Burnett.				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medikus	<u>0.03</u> 0.039	<u>0.05</u> 0.005	—	—
Ranunculaceae Juss.				
<i>Ranunculus acris</i> L.	<u>0.17</u> 0.26	<u>1.15</u> 0.10	<u>0.26</u> 0.61	<u>4.28</u> 0.53
<i>Ranunculus repens</i> L.	<u>0.08</u> 0.13	<u>0.59</u> 0.05	—	—
Rubiaceae Juss.				
<i>Galium boreale</i> L.	<u>0.28</u> 0.43	<u>2.20</u> 0.20	—	—
<i>Melampyrum pratense</i> L.	—	—	<u>0.04</u> 0.10	<u>0.02</u> 0.00
<i>Galium aparine</i> L.	—	—	<u>0.11</u> 0.26	<u>0.17</u> 0.02
Scrophulariaceae Juss.)				
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	<u>0.21</u> 0.32	<u>0.55</u> 0.05	<u>0.78</u> 1.84	<u>4.89</u> 0.60
<i>Euphrasia officinalis</i> L.	<u>0.03</u> 0.039	<u>0.05</u> 0.005	—	—
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	<u>0.03</u> 0.04	<u>0.39</u> 0.04	—	—
Plantaginaceae Juss.				
<i>Plantago major</i> L.	<u>0.44</u> 0.68	<u>1.75</u> 0.16	<u>0.17</u> 0.41	<u>1.61</u> 0.20
Typhaceae Juss.				
<i>Typha latifolia</i> L.	<u>0.25</u> 0.39	<u>13.97</u> 1.27	—	—
Rosaceae Juss.				
<i>Fragaria vesca</i> L.	<u>0.17</u> 0.26	<u>0.81</u> 0.07	<u>0.20</u> 0.46	<u>0.49</u> 0.06

<i>Rubus saxatilis</i> L.	<u>0.34</u> 0.52	<u>3.68</u> 0.33	<u>0.65</u> 1.54	<u>10.01</u> 1.23
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raensch	<u>0.03</u> 0.04	<u>0.14</u> 0.01	–	–
<i>Geum urbanum</i> L.	<u>0.03</u> 0.05	<u>0.34</u> 0.03	<u>0.07</u> 0.15	<u>0.67</u> 0.08
<i>Potentilla anserina</i> L.	<u>0.08</u> 0.13	<u>0.71</u> 0.06	–	–
<i>Filipendula ulmaria</i> L.	–	–	<u>0.22</u> 0.51	<u>12.04</u> 1.48
Lamiales Linsl.				
<i>Betonica officinalis</i> L.	<u>0.76</u> 1.17	<u>3.27</u> 0.30	–	–
<i>Glechoma hederacea</i> L.	–	–	<u>0.65</u> 1.54	<u>7.87</u> 0.97
Cyperaceae Juss.				
<i>Carex rhizina</i> Btyttex Lindbl.	–	–	<u>0.22</u> 0.51	<u>1.97</u> 0.24
Boraginaceae Juss.				
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	–	–	<u>0.37</u> 0.87	<u>6.35</u> 0.78
Amaranthaceae Juss.				
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	–	–	<u>0.11</u> 0.26	<u>0.43</u> 0.05
Pyrolaceae Dumort.				
<i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray	–	–	<u>0.07</u> 0.15	<u>0.34</u> 0.04
Total	<u>64.65</u> 100	<u>1101.08</u> 100	<u>42.50</u> 100	<u>812.60</u> 100

Таблица 3
Семейства ЖНП на дне и откосах карьеров кирпичной глины спустя 3 года
после технического этапа рекультивации

Семейство	Дно карьера			Откосы карьера		
	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии, кг/га	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии, кг/га
Астровые (Asteraceae Dumort.)	17	20,10	222,59	10	18,74	260,88
Бобовые (Fabaceae Lindl.)	13	29,91	630,38	6	2,12	47,34
Гвоздичные (Caryophyllaceae Juss.)	1	0,07	0,68	1	0,48	1,54
Гречишные (Polygonaceae Juss.)	2	0,29	4,56	–	–	–
Зонтичные (Apiaceae Lindl.)	2	0,30	1,81	2	0,42	2,37
Кипрейные (Onagraceae Juss.)	1	2,13	47,38	1	8,15	262,40
Крапивные (Urticaceae Juss.)	1	0,31	5,48	1	1,74	63,77
Крестоцветные (Brassicaceae Burnett.)	1	0,03	0,05	–	–	–
Лютиковые (Ranunculaceae Juss.)	2	0,25	1,74	1	0,26	4,28

Мареновые (Rubiaceae Juss.)	1	0,28	2,20	2	0,15	0,19
Маревые (Chenopodiaceae Vent.)	2	0,51	10,37	–	–	–
Мятликовые (Poaceae Rarnhart.)	10	8,10	148,18	7	6,93	123,16
Норичниковые (Serophulariaceae Juss.)	3	0,27	0,99	1	0,78	4,89
Подорожниковые (Plantaginaceae Juss.)	1	0,44	1,75	1	0,17	1,61
Рогозовые (Typhaceae Juss.)	1	0,25	13,97	–	–	–
Розоцветные (Rosaceae Juss.)	5	0,65	5,68	4	1,14	23,21
Яснотковые (Lamiaceae Lindl.)	1	0,76	3,27	1	0,65	7,87
Амарантовые (Amaranthaceae Juss.)	–	–	–	1	0,11	0,43
Бурачниковые (Boraginaceae Juss.)	–	–	–	1	0,37	6,35
Грушанковые (Pyrolaceae Dumort.)	–	–	–	1	0,07	0,34
Осоковые (Cyperaceae Juss.)	–	–	–	1	0,22	1,97
Итого	64	64,65	1101,08	42	42,50	812,60

Table 3
SNP families on the bottom and slopes of brick clay pits 3 years after technical reclamation stage

Family	Quarry bottom			Quarry slopes		
	Number of types, pcs.	Projective cover, %	Aboveground phytomass in an absolutely dry state, kg/ha	Number of types, pcs.	Projective cover, %	Aboveground phytomass in an absolutely dry state, kg/ha
<i>Asteraceae Dumort.</i>	17	20.10	222.59	10	18.74	260.88
<i>Fabaceae Lindl.</i>	13	29.91	630.38	6	2.12	47.34
<i>Caryophyllaceae Juss.</i>	1	0.07	0.68	1	0.48	1.54
<i>Polygonaceae Juss.</i>	2	0.29	4.56	–	–	–
<i>Apiaceae Lindl.</i>	2	0.30	1.81	2	0.42	2.37
<i>Onagraceae Juss.</i>	1	2.13	47.38	1	8.15	262.40
<i>Urticaceae Juss.</i>	1	0.31	5.48	1	1.74	63.77
<i>Brassicaceae Burnett.</i>	1	0.03	0.05	–	–	–
<i>Ranunculaceae Juss.</i>	2	0.25	1.74	1	0.26	4.28
<i>Rubiaceae Juss.</i>	1	0.28	2.20	2	0.15	0.19
<i>Chenopodiaceae Vent.</i>	2	0.51	10.37	–	–	–
<i>Poaceae Rarnhart</i>	10	8.10	148.18	7	6.93	123.16
<i>Serophulariaceae Juss.</i>	3	0.27	0.99	1	0.78	4.89
<i>Plantaginaceae Juss.</i>	1	0.44	1.75	1	0.17	1.61
<i>Typhaceae Juss.</i>	1	0.25	13.97	–	–	–
<i>Rosaceae Juss.</i>	5	0.65	5.68	4	1.14	23.21
<i>Lamiaceae Lindl.</i>	1	0.76	3.27	1	0.65	7.87
<i>Amaranthaceae Juss.)</i>	–	–	–	1	0.11	0.43
<i>Boraginaceae Juss.</i>	–	–	–	1	0.37	6.35
<i>Pyrolaceae Dumort.</i>	–	–	–	1	0.07	0.34
<i>Cyperaceae Juss.</i>	–	–	–	1	0.22	1.97
Total	64	64.65	1101.08	42	42.50	812.60

Распределение видов ЖНП по ценотипам

Ценотип	Дно карьера			Откосы карьера		
	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Надземная фитомасса, кг/га	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Надземная фитомасса, кг/га
Лесные	10	2,06	12,17	8	2,84	38,25
Лесолуговые	9	3,92	69,18	6	3,35	60,40
Луговые	18	21,86	419,55	9	4,29	60,04
Луговые синантропы	16	19,86	408,52	11	15,62	428,36
Синантропы	10	16,70	177,69	8	16,40	225,55
Прибрежный	1	0,25	13,97	—	—	—
Итого	64	64,65	1101,08	42	42,50	812,60

Table 4

Distribution of VNP types by coenotypes

Cenotype	Quarry bottom			Quarry slopes		
	Number of species, pcs.	Projected coverage, %	Above ground phytomass, kg/ha	Number of species, pcs.	Projected coverage, %	Above ground phytomass, kg/ha
Forest	10	2.06	12.17	8	2.84	38.25
Forest meadow	9	3.92	69.18	6	3.35	60.40
Meadow	18	21.86	419.55	9	4.29	60.04
Meadow sinanthropus	16	19.86	408.52	11	15.62	428.36
Sinanthropus	10	16.70	177.69	8	16.40	225.55
Coastal	1	0.25	13.97	—	—	—
Total	64	64.65	1101.08	42	42.50	812.60

Известно, что результатом успешной биологической рекультивации является формирование ценных естественных экосистем [12–15]. Полученные данные о сформировавшемся на дне и откосах выработанного карьера живом напочвенном покрове свидетельствуют, что здесь сформировался травяной фитоценоз. Наличие значительного видового разнообразия травянистых растений, в том числе бобовых, позволяет спрогнозировать ускоренное формирование на дне и откосах выработанного карьера кирпичной глины плодородного слоя почвы. Накопление гумуса в процессе разложения надземных и подземных частей травянистых растений обеспечит в будущем формирование высокопроизводительных насаждений. Другими словами, можно согласиться с рядом ученых о том, что травяные фитоценозы являются подготовкой нарушенных земель для последующего целевого использования [16–18].

Наличие представителей семейства бобовых в ЖНП свидетельствует о высокой кормовой ценности травостоя на дне и откосах выработанных карьеров кирпичной глины. Кроме бобовых, в надземной фитомассе ЖНП велика доля представителей семейства мятликовых. На дне карьера их надземная фитомасса составляет 148,2 кг/га, а на откосах – 123,2 кг/га в абсолютно сухом состоянии. Известно, что виды семейства мятликовых также охотно поедаются копытными животными.

Выпас скота на выработанных карьерах или заготовка сена будут способствовать вегетативному обновлению растений и в итоге ускорят формирование почвы. Последнему в значительной степени будет способствовать наличие клубеньковых бактерий на корнях видов семейства бобовых.

Более наглядную картину о ценности видов живого напочвенного покрова, формирующихся на дне и откосах выработанных карьеров кирпичной глины, позволяет получить распределение их по ценотипам (таблица 4).

Как свидетельствуют материалы таблицы 4, в ЖНП, формирующемся на выработанном карьере кирпичной глины, доминируют виды, принадлежащие к фитоценотическим группам луговые и луговые синантропы. Доля лесных видов в надземной фитомассе ЖНП в абсолютно сухом состоянии на дне карьера не превышает 1,1 %, а на откосах – 4,7 % от общей надземной фитомассы всех видов ЖНП. Доминирование луговых видов растений также свидетельствует об их высокой кормовой ценности и позволяет рекомендовать временное сельскохозяйственное использование на рекультивируемых карьерах кирпичной глины.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Значительная площадь нарушенных земель на территории Уральского федерального округа создает основу для использования значительной части из них в качестве пастбищ или сенокосов.

2. При отборе рекультивированных объектов для временного сельскохозяйственного использования необходимо иметь объективные данные о химическом составе почвогрунтов.

3. Карьеры кирпичной глины перед проведением лесной рекультивации целесообразно оставлять под естественное зарастание и использовать для выпаса скота или заготовки кормов.

4. Через 3 года после прекращения добычи глины и проведения технического этапа рекультивации наземная фитомасса видов ЖНП на дне карьера составляет 1101 кг/га, а на откосах – 813 кг/га в абсолютно сухом состоянии.

5. Наличие в ЖНП видов из семейства бобовых свидетельствует о высокой кормовой ценности травостоя, формирующегося на дне и откосах карьера.

6. Временное сельскохозяйственное использование выработанных карьеров будет способствовать созданию плодородного слоя на дне и откосах карьера, что в дальнейшем повысит продуктивность будущих насаждений.

Благодарности (Acknowledgments)

Работа выполнена в рамках темы FEUG–2020–0013 «Экологические аспекты рационального природопользования».

Библиографический список

- Новоселова Н. Н., Залесов С. В., Магасумова А. Г. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 106 с.
- Имексенова Э. Г. Оценка качества пастбищных кормов на естественных кормовых угодьях // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. 2018. № 2 (51). С. 14–20.
- Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. № 24 (6). С. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71.
- Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump sites of Reftinskaya Power Plant, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020. Vol. 1. No. 35. Pp. 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd.696559.
- Залесов С. В., Залесова Е. С., Зарипов Ю. В., Оплетев А. С., Толкач О. В. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.
- Macdonald S. E., Landhausser S. M., Skousen L., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D. E., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // New Forests. 2015. Vol. 46. Iss. 5. Pp. 703–732.
- Иванова Н. А. Биологическая рекультивация песчаных карьеров Марийского Заволжья созданием лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* sL.): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Йошкар-Ола, 2020. 21 с.
- Нуриева Т. В., Куклина Н. А., Чефранова М. Н., Мухортов Д. И. Особенности роста и формирования культур сосны обыкновенной при рекультивации карьеров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 1 (29). С. 57–68.
- Колесников Б. П., Р Зубарева. С., Смолоногов Е. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 177 с.
- Алексеев И. А. Показатели биомассы травянистых растений как критерий оценки элементарных ландшафтов долинных комплексов юга Амуро-Зейской равнины // География и природные ресурсы. 2006. № 3. С. 95–99.
- Чижов Б. Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении. Москва: Изд-во ВНИИЛМ, 2003. 174 с.
- Zolotova E., Ryabinin V. Elements distribution in soil and plants of an old copper slag dump in the Middle Urals, Russia // Ecological Questions. 2019. T. 30. No. 4. Pp. 41–47.
- Adams M. B. The Forestry Reclamation Approach: guide to successful reforestation of mined lands // General Technical Report. NRS-169. Newtown square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 2017. T. 169. 128 p.
- Белюченко И. С. Методы рекультивации нарушенных земель // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 1. С. 4–13.
- Пинаев В. Е., Касимов Д. В. Вопросы рекультивации земель, пресноводных и морских объектов. Москва: Мир науки, 2017. 130 с.
- Sebelikova L., Rehounkova K., Prach K. Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits // Environmental science and Pollution Research. 2016. T. 23. № 14. Pp. 13598–13605.
- Половникова А. В. Рекультивация и мелиорация нарушенных земель. Пермь: Изд-во Пермской гос. с.-х. академии. 2016. 51 с.

18. Иванова Н. С., Шикилова Е. В. Рекультивация и землевание как эффективное восстановление горно-промышленных ландшафтов // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. 2018. С. 461–464.

Об авторах:

Регина Александровна Осипенко¹, аспирант кафедры лесоводства, ORCID 0000-0003-3359-3079, AuthorID 1026584; osipenkora@m.usfeu.ru

Юрий Валерьевич Зарипов¹, докторант кафедры лесоводства, ORCID 0000-0001-6174-4001, AuthorID 1113431; yura.zaripov.82@bk.ru

Сергей Вениаминович Залесов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесоводства, ORCID 0000-0003-3779-410X, AuthorID 185418; +7 (343) 254-63-24, Zalesovsv@m.usfeu.ru

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Recultivated lands as a reserve for livestock feed

R. A. Osipenko¹, Yu. V. Zaripov¹, S. V. Zalesov¹✉

¹ Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. The purpose is to establish the possibility of using mined brick clay pits for grazing livestock and preparing animal feed. The paper deals with the investigation of the above ground phytomass field layer (Fh) being formed during the natural growth of mined brick clay pits. **Methodology.** Species composition of the projective cover and aboveground phytomass were established on the counting areas of 0.5 × 0.5 sizes evenly spaced on the bottom and slopes of pit. At each of the quarry elements at least 30 registration sites were laid. In addition a similar number of registration sites were laid next to the quarry where clay was not mined. Researches were carried out in the district of pine-birch pre-forest steppe forests of the Trans Urals plain province, the west Siberian plain forest region. Results. It was found that the soil of mined out pits does not contain heavy metal and other chemical elements hazardous to animals. The total aboveground phytomass of Fh at the bottom and slopes of the quarry is 1101.1 and 812.6 kg/ha in absolutely dry, state, respectively. The total projective cover at the bottom of the quarry 3 years after the technical stage of reclamation is 64.7 % and on the slopes 42.5 %. The presence of meadow species in the composition, in particular of legumes family (*Vicia cracca* L.; *V. hybridum* L.; *V. sativa* L.; *V. vernus* L.; *V. sylvatica* L.; *Trifolium pratense* L.; *T. lupinaster* L.; *T. repens* L.; *T. hybridum* L.; *T. medium* L.; *Lathyrus pratensis* L.; *Melilotus salbus* Medikus; *M. officinalis* L. Pall.; *Medicago lupulina* L.) indicates a high feed value of FR. Scientific novelty. The transfer of mined out brick clay pits for temporary agricultural use will contribute at the formation of soil on the bottom and slopes of the quarry and ultimately, increase the productivity of future plantations.

Keywords: quarry, reclamation, field layer, projective cover, species composition, aboveground phytomass, agricultural use.

For citation: Osipenko R. A., Zaripov Yu. V., Zalesov S. V. Rekul'tivirovannye zemli kak rezerv kormovoy bazy zhivotnovodstva [Recultivated lands as a reserve for livestock feed] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 40–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-40-54. (In Russian.)

Date of paper submission: 24.12.2020, **date of review:** 25.01.2021, **date of acceptance:** 19.04.2021.

References

- Novoselova N. N., Zalesov S. V., Magasumova A. G. Formirovaniye drevesnoy rastitel'nosti na byvshikh sel'skokhozyaystvennykh ugod'yakh [Formation of woody vegetation on former agricultural land]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2016. 106 p. (In Russian.)
- Imeskenova E. G. Otsenka kachestva pastbishchnykh kormov na yestestvennykh kormovykh ugod'yakh [Assessment of the quality of pasture forage on natural forage lands] // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii imeni V. R. Filippova. 2018. No. 2 (51). Pp. 14–20. (In Russian.)
- Bachurina A. V., Zalesov S. V., Tolkach O. V. Effektivnost' lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel' v zone vliyaniya medeplavil'nogo proizvodstva [Efficiency of forest reclamation of disturbed lands in the zone of influence of copper smelting production] // Ecology and Industry of Russia. 2020. No. 24 (6). Pp. 67–71. DOI: 10.18412/1816-0395-2020-6-67-71. (In Russian.)
- Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump sites of Reftinskaya Power Plant, Russia // Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020. Vol. 1. No. 35. Pp. 7–14. DOI: 10.28955/alinterizbd.696559.

5. Zalesov S. V., Zalesova E. S., Zaripov Yu. V., Opletayev A. S., Tolkach O. V. Rekul'tivatsiya narushennykh zemel' na mestorozhdenii tantal-berilliya [Reclamation of disturbed lands at the tantalum-beryllium deposit] // Ecology and Industry of Russia. 2018. T. 22. № 12. S. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67. (In Russian.)
6. Macdonald S. E., Landhausser S. M., Skousen L., Franklin J., Frouz J., Hall S., Jacobs D. E., Quideau S. Forest restoration following surface mining disturbance: challenges and solutions // New Forests. 2015. Vol. 46. Iss. 5. Pp. 703–732.
7. Ivanova N. A. Biologicheskaya rekul'tivatsiya peschanykh kar'yerov Mariyskogo Zavolzh'ya sozdaniyem lesnykh kul'tur sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.): avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Biological reclamation of sand pits of the Mari Trans-Volga region by creating forest plantations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.): abstract of the dissertation of candidate of agricultural sciences. Yoshkara-Ola, 2020. 21 p. (In Russian.)
8. Nuriyeva T. V., Kuklina N. A., Chefranova M. N., Mukhortov D. I. Osobennosti rosta i formirovaniya kul'tur sosny obyknovnoy pri rekul'tivatsii kar'yerov [Peculiarities of growth and formation of Scotch pine cultures during open pit reclamation] // Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Forest. Ecology. Nature Management. 2016. No. 1 (29). Pp. 57–68. (In Russian.)
9. Kolesnikov B. P., Zubareva R. S., Smolnogov E. P. Lesorastitel'nyye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti [Forest growing conditions and types of forests in the Sverdlovsk region]. Sverdlovsk: UNTS AN SSSR, 1974. 177 p. (In Russian.)
10. Alekseyev I. A. Pokazateli biomassy travyanistykh rasteniy kak kriteriy otsenki elementarnykh landshaftov dolinnykh kompleksov yuga Amuro-Zeyskoy ravniny [Biomass Indicators of Herbaceous Plants as a Criterion for Evaluating Elementary Landscapes of Valley Complexes in the South of the Amur-Zeya Plain] // Geography and natural resources. 2006. No. 3. Pp. 95–99. (In Russian.)
11. Chizhov B. E. Regulirovaniye travyanogo pokrova pri lesovosstanovlenii [Regulation of grass cover during reforestation]. Moscow: Izd-vo VNIILM, 2003. 174 p. (In Russian.)
12. Zolotova E., Ryabinin V. Elements distribution in soil and plants of an old copper slag dump in the Middle Urals, Russia // Ecological Questions. 2019. T. 30. No. 4. Pp. 41–47.
13. Adams M. B. The Forestry Reclamation Approach: guide to successful reforestation of mined lands // General Technical Report. NRS-169. Newtown square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 2017. T. 169. 128 p.
14. Belyuchenko I. S. Metody rekul'tivatsii narushennykh zemel' [Methods of recultivation of disturbed lands] // The North Caucasus Ecological Herald. 2019. T. 15. No. 1. Pp. 4–13. (In Russian.)
15. Pinayev V. E., Kasimov D. V. Voprosy rekul'tivatsii zemel', presnovodnykh i morskikh ob'yektov [Reclamation of land, freshwater and marine objects]. Moscow: Mir nauki, 2017. 130 p. (In Russian.)
16. Sebelikova L., Rehounkova K., Prach K. Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits // Environmental science and Pollution Research. 2016. T. 23. No. 14. Pp. 13598–13605.
17. Polovnikova A. V. Rekul'tivatsiya i melioratsiya narushennykh zemel' [Reclamation and reclamation of disturbed lands]. Perm: Izd-vo Permskoy gos. s.-kh. akademii. 2016. 51 p. (In Russian.)
18. Ivanova N. S., Shkilova E. V. Rekul'tivatsiya i zemlevaniye kak effektivnoye vosstanovleniye gornopromyshlennykh landshaftov [Reclamation and land tenure as effective restoration of mining landscapes] // Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i tekhnogennogo syr'ya: materialy XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, provodimoy v ramkakh XVI Ural'skoy gornopromyshlennoy dekady. Ekaterinburg, 2018. Pp. 461–464. (In Russian.)

Authors' information:

Regina A. Osipenko¹, postgraduate of department of forestry, ORCID 0000-0003-3359-3079, AuthorID 1026584; osipenkora@m.usfeu.ru

Yuriy V. Zaripov¹, doctoral student of department of forestry, ORCID 0000-0001-6174-4001, AuthorID 1113431; yura.zaripov.82@bk.ru

Sergey V. Zalesov¹, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of forestry, ORCID 0000-0003-3779-410X, AuthorID 185418; +7 (343) 254-63-24, Zalesovsv@m.usfeu.ru

¹ Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia

QSAR-моделирование антифузариозной активности органических соединений

В. В. Важев^{1✉}, Б. Г. Мунарбаева¹, Н. В. Важева², М. А. Губенко²

¹ Костанайский социально-технический университет имени З. Алдамжар, Костанай, Республика Казахстан

² Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, Костанай, Республика Казахстан

✉ E-mail: vladimir.vazhev@gmail.com

Аннотация. Цель – изучение возможности прогнозирования фунгицидной активности большого массива органических соединений разных классов в отношении *Fusarium oxysporum*. **Методы.** Исследование базируется на методологии QSAR. В качестве показателя фунгицидной активности использована логарифмическая форма минимальной концентрации препарата, ингибирующей видимый рост патогена, lgMIC. Для построения прогнозных моделей отобраны 515 соединений, данные об ингибирующей активности которых получены с сайта ChEMBL. Структура соединений описана дескрипторами молекулярной структуры, вычисляемыми компьютерной программой Dragon 7, всего использовано 1600 дескрипторов. Расчеты производились с помощью компьютерной программы PROGROC (PROGgram ROBustness Calculation), основанной на алгоритмах, которые позволяют использовать число дескрипторов, превышающее количество веществ без предварительного отбора. **Результаты.** Было построено несколько моделей с размерами контрольной выборки в пределах 51–61 % от общего числа соединений со следующими статистическими показателями: коэффициент корреляции $R = 0,95 \dots 0,978$, стандартное отклонение $s = 0,17 \dots 0,25$. При проверке валидности моделей с помощью скользящего контроля получены показатели: $R = 0,923$ и $s = 0,29$, средняя абсолютная ошибка равна 0,24. **Научная новизна** исследования заключается в том, что впервые выполнено прогнозирование фунгицидной активности большого массива органических соединений разных классов в отношении *Fusarium oxysporum* с высокими статистическими показателями и с оценкой предсказательной силы моделей перекрестной проверкой leave-one-out. В режиме скользящего контроля выполнены также расчеты lgMIC для фунгицидов, экспериментальные данные о токсичности которых по отношению к *Fusarium oxysporum*, отсутствуют.

Ключевые слова: QSAR, органические вещества, фунгицидная активность, *Fusarium oxysporum*, минимальная ингибирующая концентрация MIC, lgMIC, дескрипторы, Dragon, PROGROC, модели, прогнозирование.

Для цитирования: Важев В. В., Мунарбаева Б. Г., Важева Н. В., Губенко М. А. QSAR-моделирование антифузариозной активности органических соединений // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 55–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-55-62.

Дата поступления статьи: 29.03.2021, **дата рецензирования:** 06.04.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Грибы рода *Fusarium* класса аскомицетов имеют широкое распространение по всему земному шару. Интерес исследователей к ним был прежде всего связан с тем, что большинство представителей рода *Fusarium* являются фитопатогенами и наносят существенный ущерб производству сельскохозяйственных культур, особенно злаков. Обладая широким диапазоном приспособительных реакций, грибы этого рода поражают более 200 видов культурных и дикорастущих растений, вызывая их трахеомикозное увядание, задержку роста, корневые и стеблевые гнили, «черную ножку» сеянцев и др. Наиболее распространенными являются грибы вида *Fusarium oxysporum*, вызывающие болезни типа увядания и поражающие сосудистую систему растений [1, с. 118–120].

В последние годы проблема фузариоза приобрела дополнительную остроту, поскольку установлено, что грибы *Fusarium* продуцируют целый ряд микотоксинов. Наиболее обширной группой токсических метаболитов являются трихотеценовые микотоксины, в частности, дезоксиниваленол (DON), также зеараленон (ZEN), фумонизины. В связи с изменением климата микотоксины, ранее не встречавшиеся в странах с более холодным климатом, все сильнее загрязняют кормовые продукты [2, с. 175]. Загрязнение зерна и зернопродуктов фузариотоксинами во всех регионах возделывания зерновых становится актуальной проблемой. Являясь факультативными фитопатогенами, *Fusarium* могут контаминировать зерно своими токсическими метаболитами как при вегетации растений в полевых условиях, так и при хранении зерна с влаж-

ностью более 13–15 %. Регламенты содержания наиболее часто встречающихся в зерне и зернопродуктах DON и ZEN установлены в РФ, странах Европейского союза и ВТО [3, с. 15–16]. Через продукты растительного и животного происхождения микотоксины попадают в организм человека. В последнее время в литературе появляется все больше сведений о клинических и эпидемиологических аспектах инфекции, вызванных *Fusarium* [4, с. 65].

Таким образом, тема фузариоза является многоплановой. Гриб причиняет существенный ущерб сельскохозяйственной и пищевой промышленности, исчисляемый сотнями миллионов долларов ежегодно [5, с. 85]. Проблема фузариозного заражения сельскохозяйственных культур смыкается с проблемой обеспечения безопасности пищи и сохранения здоровья человека. Грибы *Fusarium* действуют не только как факторы патогенности по отношению к растениям, но и, продуцируя микотоксины, представляют угрозу здоровью человека и животных.

Большой экономический ущерб, многообразные негативные последствия фузариозного заражения растений стимулируют проведение исследований в различных направлениях – от биологии, видового разнообразия *Fusarium*, географического распространения, экологических особенностей до разработки и применения средств профилактики и подавления фузариоза. Применение фунгицидов в современном производстве сельскохозяйственных культур является необходимостью, причем сами препараты и стратегии их использования должны постоянно обновляться, чтобы по возможности избежать выработки устойчивости к препаратам.

В недавно опубликованном обзоре [6, с. 876] отмечается, что резистентность патогенных микроорганизмов остается одной из самых острых проблем современности, а снижение риска ее развития у фитопатогенных грибов – актуальной задачей сельскохозяйственной науки. В настоящее время зафиксированы случаи возникновения резистентности почти против всех основных классов фунгицидов у самых разных видов фитопатогенов [6, с. 878].

Выявление потенциальных фунгицидов, так же как и носителей других видов биологической активности, экспериментальным путем – длительная и дорогостоящая процедура. Оценить биоактивность синтезированных соединений без проведения лабораторных испытаний позволяет компьютерный вычислительный эксперимент. Широкое применение получила методология KCCA (количественные соотношения, структура, активность), или чаще используемая аббревиатура QSAR (Quantitative Structure-Activity Relationship), основанная на описании структуры химического соединения с помощью набора численных характеристик (дескрипторов) и построении статистических моделей связи между значениями дескрипторов и величиной биологической активности. Используются разновидности QSAR – методы CoMFA (Comparative Molecular Field Analysis) и CoMSIA

(Comparative Molecular Similarity Indices Analysis). Они устанавливают корреляции между параметрами биологической активности и структурными и пространственными характеристиками молекул веществ.

В ходе вычислительного эксперимента строятся модели, прогностические возможности которых и качество прогнозирования желаемой биологической активности в первом приближении характеризуются обычно коэффициентом корреляции R (или R^2) и стандартным отклонением s . Более точно предсказательную силу модели можно оценить, осуществляя перекрестную проверку на достоверность с помощью процедуры скользящего контроля (LOO – leave-one-out) и расчетом коэффициента корреляции q^2 .

В исследованиях последних лет методы QSAR также интенсивно используются для выявления различных видов биологической активности химических соединений, в том числе антибактериальной и антигрибковой. Фунгицидная активность оценивается такими показателями, как концентрация полумаксимального ингибирования IC_{50} ; полумаксимальная эффективная концентрация EC_{50} , вызывающая эффект, равный половине максимального возможного для данного вещества; минимальная концентрация препарата, ингибирующая видимый рост патогена, MIC (или эти показатели в логарифмической форме).

Так, в работе [7, с. 6106] показано, что синтетические производные 1,4-бензоксазин-3-онов обладают многообещающей антимикробной активностью в сравнении с их природными аналогами. Для построения моделей QSAR из литературных источников были отобраны 111 соединений с известными значениями минимальной ингибирующей концентрации (MIC). Для каждого типа микроорганизмов модели были созданы путем множественной линейной регрессии с использованием генетического алгоритма для выбора дескриптора. Модели, полученные для грамположительных и грамотрицательных бактерий, показали хорошую предсказательную силу ($q^2 = 0,88$ и $0,85$ соответственно), тогда как модели для грибов характеризуются низкими результатами $q^2 = 0,48$ и $0,68$ [7, с. 6109]. По мнению авторов, основной причиной низкого качества моделей может быть гетерогенность значений MIC противогрибковых препаратов.

Антифунгальная активность 36 синтезированных α -бензилиден- γ -лактонных соединений оценивалась *in vitro* против шести патогенных грибов растений, для *B. cinerea* и *C. Lagerarium* определяли показатель IC_{50} [8, с. 1284]. QSAR-модель количественного отношения «структура – активность» выявила высокую корреляцию противогрибковой активности с молекулярными структурами соединений по показателю IC_{50} для грибка *B. Cinerea*, ($R^2 = 0,961$).

Для 20 производных пиразола, из которых пять были вновь синтезированными, проведено 3D-QSAR-исследование активности против трех бактериальных штаммов (*B. subtilis*, *M. luteus* и *E. coli*) и одного штамма грибка (*Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*) по показателю IC_{50} . Два соединения, имеющие фениль-

ные фрагменты, показали *in vitro* эффективное противогрибковое действие по отношению к *Fusarium oxysporum* [9, с. 1785]. Авторами отмечено, что наличие в соединениях заместителей ($-\text{COOH}$), ($-\text{Br}$) группы и фенильного фрагмента соответствует повышению антибактериального и противогрибкового действия. Расчетные значения эффективности ингибирования бактериальной и фунгальной активности были близки к экспериментальным значениям, что свидетельствует о том, что QSAR-метод адекватно подходит для прогнозирования указанных свойств [9, с. 1791, 1793].

На основе QSAR-анализа для наборов из 38 тиadiaзолов и 21 производного 1,2,3-триазолов найдены количественные закономерности «структура – фунгицидная активность» для трех объектов, в том числе в отношении *Fusarium oxysporum cucumerinum* [10, с. 60]. Авторами установлено, что для 1,2,3-тиadiaзолов фунгицидную активность определяют топологические дескрипторы, средний молекулярный вес, значение атомного ван-дерваальсового радиуса для атомов углерода, значение атомной поляризуемости для атомов углерода, в то время как для 1,2,3-триазолов основную роль играет набор совершенно других дескрипторов: теплота образования, электронная энергия, потенциал ионизации, энергия ВЗМО, количество вращающихся связей.

Группой авторов продолжены исследования производных 1,2,4-триазола, которые имеют широкий спектр биологической активности, а также представляют интерес в отношении фунгицидного действия [11, с. 45]. В QSAR-исследовании противогрибковой активности *E*- и *Z*-изомеров производных трифторметил-замещенного 1,2,4-триазола относительно *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum* было использовано несколько подходов к моделированию. Лучшие результаты получены с помощью SVM-модели для *Z*-изомеров по сравнению с *E*-изомерами [11, с. 53].

Среди синтезированных *N*, *S*-диалкилдитиокарбаматов были отмечены ингибиторы роста мицелия *F. oxysporum* ($\text{IC}_{50} < 80 \text{ мкМ}$) [12, с. 13710]. Наборы соединений были использованы для изучения комплексной трехмерной количественной взаимосвязи «структура – активность» (3D-QSAR) методом CoMFA. Для внутренней оценки устойчивости модели использовались вычисления значений R^2 , перекрестной проверки q^2 и *F*-теста из обучающего набора данных. Полученная модель CoMFA имела значимые характеристики $R^2 = 0,812$; $q^2 = 0,771$. Согласно этой модели, синтезированные соединения, содержащие пространственные объемные электроноакцепторные группы в дитиокарбаматном фрагменте, могут рассматриваться как перспективные ингибиторы *F. oxysporum* [12, с. 13718].

Метод CoMFA был также применен к новым производным пиразолкарбоксамидов и ниацинамида, которые испытывались на противогрибковую активность к четырем фитопатогенным грибам (один из

рода *Fusarium* – *F. Graminearum*) по показателю EC_{50} [13, с. 3000]. Прогностическая способность моделирования характеризовалась перекрестной проверкой, $q^2 = 0,578$.

Для поиска эффективных противогрибковых агентов используются различные стратегии, в том числе и в направлении синтеза и исследования аналогов природных средств, вырабатываемых растениями в ответ на контакт с фитопатогеном. Набор из 21 синтетического индолсодержащего аналога фитоалексина был оценен в качестве ингибиторов против фитопатогена *F. oxysporum* [14, с. 1]. Аналоги фитоалексина рассматриваются авторами как биоизостеры. Вычислительный эксперимент включал ряд методов, в том числе докинг (стыковку) соединений с активными центрами ряда ферментов *Fusarium*, анализ CoMFA набора соединений, проверку моделей методами исключения одного (LOO) и исключения многих (LMO). Проведенное исследование указывает на потенциал индолсодержащих биоизостеров на основе фитоалексина в качестве противогрибковых средств [14, с. 18].

Аналоги фузарубина *Fusarium oxysporum f. sp. ciceris* были исследованы на противогрибковую активность *in vitro* против пяти почвенных фитопатогенных грибов [15, с. 78]. Возможный механизм действия этих соединений был изучен с использованием молекулярного докинга и моделирования против трех целевых ферментов, которые выявили аффинность связывания рецепторного лиганда.

Таким образом, можно констатировать, что QSAR-исследования в различных модификациях широко используются в процессах выявления различных видов биологической активности химических веществ. Что касается выбора соединений для проверки на фунгицидное действие, то прослеживается тенденция отбирать для прогнозирования антигрибковой активности небольшие группы родственных соединений, в основном рассматриваются производные самой большой группы фунгицидов триазолов, тиadiaзолов, пиразолов. В то же время в мире синтезировано огромное число органических соединений, среди которых, возможно, есть вещества, проявляющие фунгицидные свойства. Необходимо иметь инструменты обработки больших массивов данных и отбора из них потенциальных носителей антигрибковой активности.

Методология и методы исследования (Methods)

Цель настоящего исследования – изучить возможность прогнозирования фунгицидной активности большого массива органических соединений разных классов в отношении *F. oxysporum* с оценкой предсказательной силы моделей перекрестной проверкой на достоверность с помощью процедуры скользящего контроля. В качестве показателя фунгицидной активности использована минимальная концентрация препарата, ингибирующая видимый рост патогена, в логарифмической форме, lgMIC .

Данные об ингибирующей активности химических соединений и их структуры в виде смайлов (smiles) получены на сайте ChEMBL [16], где содер-

жаты химические базы данных из биологически активных молекул.

Были отобраны 515 индивидуальных соединений с установленными значениями MIC и с молекулярных массами в диапазоне 142–1249. Все нестандартные способы выражения концентраций приведены в предпочтительно используемую на сайте наномолярную (nM) концентрацию и прологарифмированы. Необходимо отметить, что в данной работе используется именно наномолярная концентрация MIC, логарифм которой имеет для выбранных соединений положительные значения в диапазоне от 2,63 до 8,38.

Структура соединений была представлена в виде числовых описателей – дескрипторов молекулярной структуры, вычисляемых с помощью компьютерной программы Dragon7. Было отобрано 1600 дескрипторов с коэффициентом взаимной корреляции не более 0,99.

Для расчетов была использована созданная нами компьютерная программа PROGROC (PROGram ROBustness Calculation), эффективность которой продемонстрирована при прогнозировании параметров токсичности органических соединений для *Tetrahimena pyriformis* [17], *Toxoplasma gondii* [18] и др. Программа основана на алгоритмах, позволяющих использовать число дескрипторов, превышающее количество веществ без предварительного от-

бора. Качество прогнозирования характеризовалось коэффициентом корреляции R между прогнозируемыми и экспериментальными значениями lgMIC и стандартным отклонением s .

Для нормализации различных дескрипторов осуществлялось приведение каждого вектора-столбца к единичной длине:

$$d_{ij} \rightarrow \frac{d_{ij}}{\sum_{k=1}^m d_{kj}^2},$$

где d_{ij} – значение дескриптора с номером j для вещества i , m – количество веществ.

Результаты (Results)

Было построено несколько моделей lgMIC с варьирующим числом веществ в контрольной и тренировочной выборках от общего количества 515 соединений. При моделировании биологического отклика доля контрольной (тестируемой) выборки считается достаточной, если в ней представлено около 10–30 % от всего набора веществ. Например, в рассмотренной выше работе [8, с. 1287] в состав контрольной выборки включено 9 соединений из 36; в работе [10, с. 60] в контрольный массив включено 12 тиадиазолов из 38 соединений. Для повышения значимости результата

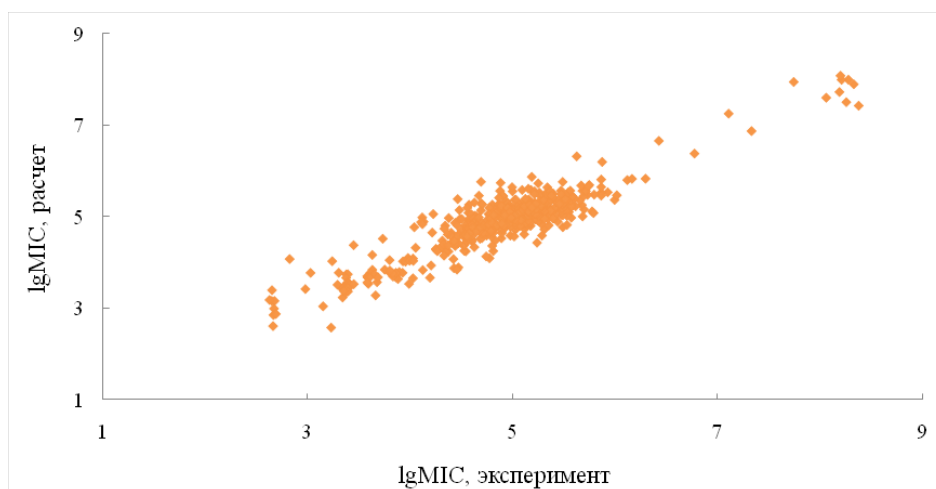


Рис. 1. Корреляция между экспериментальными и вычисленными значениями lgMIC по молекулярным дескрипторам, скользящий контроль

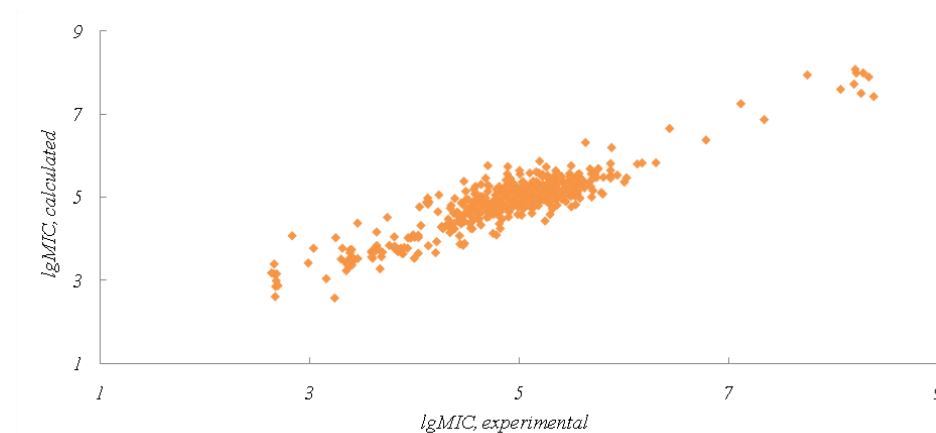


Fig. 1. Correlation between the experimental and calculated values of lgMIC by molecular descriptors, with cross-validation

размер контрольной выборки нами увеличивался до 50 % и более, что создавало более жесткие условия моделирования. В серии построенных нами моделей lgMIC размеры контрольной выборки составляли 51–61 % общего набора. При этом для тренировочной выборки коэффициент корреляции R находился в пределах от 0,977 до 0,978, стандартное отклонение s – от 0,17 до 0,18. Для контрольной выборки – R от 0,95 до 0,96 и s от 0,23 до 0,25.

Для проверки валидности корреляционных моделей в QSAR-исследованиях часто используется перекрестная проверка leave-one-out – «удаление одного из», или «скользящий контроль». Из исследуемого набора последовательно извлекается по одному каждое вещество. Оставшиеся вещества используются для построения модели, с помощью которой проводится расчет (прогнозирование) свойства удаленного вещества.

Качество выполненного нами моделирования также проверялось с помощью скользящего контроля, в результате которого получены показатели: $R = 0,923$, $s = 0,29$, средняя абсолютная ошибка равна 0,24.

Максимальные ошибки прогнозирования были у следующих веществ:

- 2-(3-хлорфенил)пиримидо[1,2-а]бензимидазол-4(1H)-он – 1,24 лог. ед.;
- 8,9,10,11-тетрагидро-6H-хромено[4,3-b]хинолин-6-он – 1,06 лог. ед..

Остальные ошибки не превышали 1,0 лог. ед.

Результаты проведения скользящего контроля представлены на рис. 1.

Распределение всех ошибок прогнозирования приведено на рис. 2.

Нами также выполнены расчеты lgMIC в режиме скользящего контроля для фунгицидов, представленных в [16], но не имеющих экспериментальных данных о токсичности по отношению к *F. oxysporum*. Результаты расчетов для 30 соединений приведены в таблице 1.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Впервые выполнено прогнозирование фунгицидной активности большого массива органических

соединений разных классов в отношении *Fusarium oxysporum* с более высокими показателями R и s , нежели представленные в публикациях других авторов и полученные для небольших наборов родственных соединений.

Все модели обладают высокими статистическими характеристиками, полученными при включении в контрольную выборку более половины веществ из общего набора. Низкие значения стандартных отклонений 0,17–0,18 для тренировочных и 0,23–0,25 для контрольных выборок свидетельствуют о достаточно высоком в целом качестве экспериментальных данных для сформированного набора соединений и удачной технологии прогнозирования.

Проведенное в скользящем режиме прогнозирование также продемонстрировало весьма высокие статистические параметры, что дало основание для оценки неизвестных значений новых веществ (таблица).

В качестве реперного вещества с известным значительным фунгицидным действием в отношении *F. oxysporum* выбраны карбендазим (carbendazim, бавистин, фунабен, колфуго, дерозал, олгин), имеющий lgMIC = 5,12. Тогда соединения с более низкими значениями lgMIC (tavaborole и выше в таблице) будут, по нашим данным, обладать более высокой антифузариозной активностью. Поскольку надежных критериев качества расчетных данных пока не существует, предлагается для их косвенной оценки ориентироваться на стандартное отклонение $s = 0,29$, среднюю абсолютную ошибку 0,24 и максимальную ошибку 1,24 лог. ед. для 2-(3-хлорфенил)пиримидо[1,2-а]бензимидазол-4(1H)-она.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Высокое качество статистических показателей R и s моделей QSAR доказывает адекватность представленного в работе способа их построения, позволяющего использовать число дескрипторов, превышающее количество веществ, что может быть применено для прогнозирования антифузариозной активности органических соединений разных классов.

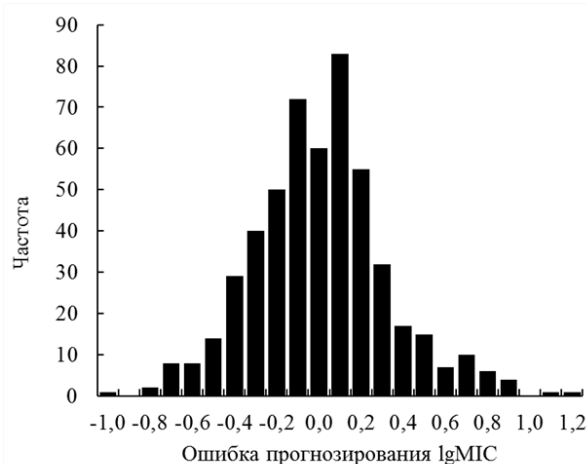


Рис. 2. Гистограмма распределения частот ошибок прогнозирования lgMIC

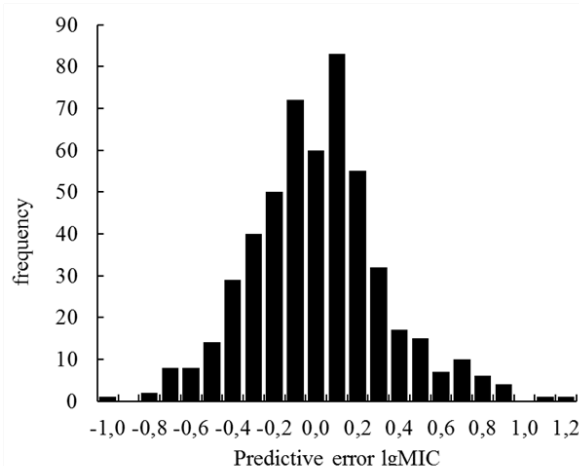


Fig. 2. Histogram of the frequency distribution of prediction errors lgMIC

2. Осуществлена оценка антифузариозной активности IgMIC для неисследованных соединений, демонстрирующая практические возможности QSAR-моделирования для агрономии и агротехники. Результаты моделирования и прогнозирования могут быть использованы при подборе наиболее эффективных и селективно действующих препаратов и с более благо-

приятными в экологическом отношении характеристиками.

3. Сформированный для построения моделей набор из 515 соединений может быть использован в дальнейших исследованиях по QSAR-моделированию и прогнозированию новых антифузариозных препаратов.

Библиографический список

1. Соколова Л. М. Анализ видового разнообразия грибов из рода *Fusarium* // Аграрная наука. 2019. № 1. С. 118–122. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122.
2. Симонова Е. И., Кондрашкина К. М., Рысцова Е. О., Большакова М. В. Распространение основных микотоксинов в кормовом сырье и их характеристика // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 1. С. 168–177. DOI: 10.33619/2414-2948/50/19.
3. Ефимочкина Н. Р., Седова И. Б., Шевелева С. А., Тутельян В. А. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 45. С. 6–33.
4. Лисовская С. А., Халдеева Е. В. Грибы рода *Fusarium* как потенциально патогенные виды микроорганизмов // Практическая медицина. 2016. № 3 (95). С. 64–67.
5. Стахеев А. А., Самохвалова Л. В., Микитюк О. Д., Завриев С. К. Филогенетический анализ и молекулярное типирование трихотеценпродуцирующих грибов рода *Fusarium* из российских коллекций // Acta Naturae. 2018. Т. 10. № 2 (37). С. 85–99.
6. Щербакова Л. А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 5. С. 875–891. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.875rus.
7. De Bruijn W. J. C., Hageman J. A., Araya-Cloutier C., Gruppen H., Vincken J. P. QSAR of 1,4-benzoxazin-3-one antimicrobials and their drug design perspectives // Bioorganic & Medicinal Chemistry. 2018. Vol. 26. Iss. 23–24. Pp. 6105–6114. DOI: 10.1016/j.bmc.2018.11.016.
8. Wu Y.-L., Wang D.-L., Guo E.-H., Song S., Feng J.-T., Zhang X. Synthesis and QSAR study of novel α -methylene- γ -butyrolactone derivatives as antifungal agents // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 2017. Vol. 27. No. 5. Pp. 1284–1290. DOI: 10.1016/j.bmcl.2017.01.030.
9. Abridach F., Karzazi Y., Benabbes R., Youbi M. El. Synthesis, biological screening, POM, and 3D-QSAR analyses of some novel pyrazolic compounds // Medicinal Chemistry Research. 2017. Vol. 26. No. 8. Pp. 1784–1795. DOI: 10.1007/s00044-017-1888-8.
10. Прохорова П. Е., Глухарева Т. В., Калинина Т. А., Нейн Ю. И., Fan Z., Моржерин Ю. Ю. Количественный анализ структура – фунгицидная активность 1,2,3-триадиазолов и 1,2,3-триазолов // Бутлеровские сообщения. 2016. Т. 48. № 10. С. 60–65.
11. Funar-Timofei S., Ionescu D., Suzuki T. Modeling of fungicide activity of trifluoromethyl-substituted 1,2,4-triazoles using PLS, ANN and SVM // Current Topics in Biochemical Research. 2016. Vol. 17. Pp. 45–55.
12. Quiroga D., Becerra L. D., Coy-Barrera E. Ultrasound-Assisted Synthesis, Antifungal Activity against *Fusarium oxysporum*, and Three-Dimensional Quantitative Structure-Activity Relationship of N, S-Dialkyl Dithiocarbamates Derived from 2-Amino Acids // ACS Omega. 2019. Vol. 4 (9). Pp. 13710–13720. DOI: 10.1021/acsomega.9b01098.
13. Si W.-J., Wang X.-B., Chen M., Wang M.-Q., Lu A.-M., Yang C.-L. Design, synthesis, antifungal activity and 3D-QSAR study of novel pyrazole carboxamide and niacinamide derivatives containing benzimidazole moiety // New Journal of Chemistry. 2019. Vol. 43 (7). Pp. 3000–3010. DOI: 10.1039/C8NJ05150J.
14. Angarita-Rodríguez A., Quiroga D., Coy-Barrera E. Indole-Containing Phytoalexin-Based Bioisosteres as Antifungals: In Vitro and in Silico Evaluation against *Fusarium oxysporum* // Molecules. 2020. Vol. 25 (1). No. 45. Pp. 1–19. DOI: 10.3390/molecules25010045.
15. Kundu A., Mandal A., Saha S., Prabhakaran P., Walia S. Fungicidal activity and molecular modeling of fusarubin analogues from *Fusarium oxysporum* // Toxicological & Environmental Chemistry. 2020. Vol. 102. Iss. 1–4. Pp. 78–91. DOI: 10.1080/02772248.2020.1770253.
16. ChEMBL [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl> (дата обращения: 15.03.2021).
17. Важев В. В., Губенко М. А., Важева Н. В., Ергалиева Э. М., Самсонюк Е. А. Оценка токсичности органических соединений для *Tetrahymena pyriformis* методом QSAR // Вестник Карагандинского университета. Серия: Химия. 2016. № 3 (83). С. 39–44.
18. Важев В. В., Мунарбаева Б. Г., Важева Н. В., Губенко М. А., Ергалиева Э. М. Моделирование антитоксоплазмозной активности органических соединений методом QSAR // Аграрный вестник Урала. 2018. № 07 (174). С. 4–10.

Об авторах:

Владимир Викторович Важев¹, доктор химических наук, профессор кафедры естественных наук, ORCID 0000-0002-0493-7461, AuthorID 192100; +7 705 503-78-44, vladimir.vazhev@gmail.com

Баян Галиоскаровна Мунарбаева¹, кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественных наук, ORCID 0000-0002-6160-4129, AuthorID 1107429; +7 775 265-92-46, bayan-munarbaeva@mail.ru

Наталья Вениаминовна Важева², кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры биологии и химии, ORCID 0000-0001-8243-0626, AuthorID 1107360; +7 777 284-51-06, vazheva.n@mail.ru

Максим Андреевич Губенко², магистр химии, старший преподаватель кафедры биологии и химии, ORCID 0000-0002-4035-3500, AuthorID 1106358; +7 707 898-77-60, gubenko_kspi@mail.ru

¹ Костанайский социально-технический университет имени З. Алдамжар, Костанай, Республика Казахстан

² Костанайский региональный университет имени А. Байтурсынова, Костанай, Республика Казахстан

QSAR modeling of antifusarial activity of organic compounds

V. V. Vazhev¹✉, B. G. Munarbaeva¹, N. V. Vazheva², M. A. Gubenko²

¹ Kostanay Social Technical University named after Z. Aldamzhar, Kostanay, Republic of Kazakhstan

² Kostanay Regional University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan

✉ E-mail: vladimir.vazhev@gmail.com

Abstract. The purpose of the research is to study the possibility of predicting the fungicidal activity of a large array of organic compounds of different classes in relation to *Fusarium oxysporum*. **Methods.** The research is based on the QSAR methodology. The logarithmic form of the minimum concentration of the drug, which inhibits the visible growth of the pathogen, lgMIC, was used as an indicator of fungicidal activity. To construct predictive models, 515 compounds were selected, data on the inhibitory activity of which were obtained from the ChEMBL site. The structure of the compounds is described by molecular structure descriptors calculated by the Dragon 7 computer program; a total of 1600 descriptors are used. Calculations were performed using the PROGROC computer program (PROG-gram RObustness Calculation). The algorithm of the program allows using the number of descriptors in excess of the number of substances without preliminary selection. **Results.** Several models were built with the size of the control sample in the range of 51–61 % of the total number of compounds with the following statistical indicators: correlation coefficient $R = 0.95 \dots 0.978$ and standard deviation $s = 0.17 \dots 0.25$. When checking the validity of the models using cross-validation, the following indicators were obtained: $R = 0.923$ and $s = 0.29$, the average absolute error is 0.24. **The scientific novelty** of the study lies in the fact that for the first time the prediction of the fungicidal activity of a large array of organic compounds of different classes against *Fusarium oxysporum* was performed with high statistical indicators and with an assessment of the predictive power of the models by leave-one-out cross-checking. In the cross-validation mode, lgMIC calculations were also performed for fungicides, the experimental data on the toxicity of which with respect to *Fusarium oxysporum* are absent.

Keywords: QSAR, organic compounds, fungicidal activity, *Fusarium oxysporum*, MIC minimum inhibitory concentration, lgMIC, descriptors, Dragon, PROGROC, models, prediction.

For citation: Vazhev V. V., Munarbaeva B. G., Vazheva N. V., Gubenko M. A. QSAR-modelirovanie antifuzarioznoy aktivnosti organicheskikh soedineniy [QSAR modeling of antifusarial activity of organic compounds] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 55–62. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-55-62. (In Russian.)

Date of paper submission: 29.03.2021, **date of review:** 06.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

References

1. Sokolova L. M. Analiz vidovogo raznoobraziya gribov iz roda *Fusarium* [Analysis of species diversity of fungi of the genus *Fusarium*] // Agrarian science. 2019. No. 1. Pp. 118–122. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122. (In Russian.)
2. Simonova E. I., Kondrashkina K. M., Rystsova E. O., Bolshakova M. V. Rasprostranenie osnovnykh mikotoksinov v kormovom syr'e i ikh kharakteristika [Prevalence of the Main Mycotoxins in Fodder Raw Materials and Their Characteristic] // Bulletin of Science and Practice. 2020. Vol. 6. No. 1. Pp. 168–177. DOI: 10.33619/2414-2948/50/19. (In Russian.)
3. Efimochkina N. R., Sedova I. B., Sheveleva S. A., Tutelyan V. A. Toksigennyye svoystva mikroskopicheskikh gribov [Toxicogenic properties of mycotoxin-producing fungi] // Tomsk State University Journal of Biology. 2019. No. 45. Pp. 6–33. DOI: 10.17223/19988591/45/1. (In Russian.)

4. Lisovskaya S. A., Khaldeeva E. V. Griby roda *Fusarium* kak potentsial'no patogennyye vidy mikroorganizmov [Micromycetes of *Fusarium* species as potentially pathogenic microorganisms] // Practical medicine. 2016. No. 3 (95). Pp. 64–67. (In Russian.)
5. Stakheev A. A., Samokhvalova L. V., Mikityuk O. D., Zavriev S. K. Filogenrticheskiy analiz I molekulyarnoe tipirovanie trikhotetsenproduitsiruyushchikh gribov roda *Fusarium* iz rossiyskikh kollektsiy [Phylogenetic analysis and molecular typing of trichothecene-producing *Fusarium* fungi from russian collections] // Acta Naturae. 2018. Vol. 10. No. 2. Pp. 79–92.
6. Shcherbakova L. A. Fungicide resistance of plant pathogenic fungi and their chemosensitization as a tool to increase anti-disease effects of triazoles and strobilurines (review) // Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. 2019. Vol. 54. No. 5. Pp. 875–891. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.875eng. (In Russian.)
7. De Bruijn W. J. C., Hageman J. A., Araya-Cloutier C., Gruppen H., Vincken J. P. QSAR of 1,4-benzoxazin-3-one antimicrobials and their drug design perspectives // Bioorganic & Medicinal Chemistry. 2018. Vol. 26. Iss. 23–24. Pp. 6105–6114. DOI: 10.1016/j.bmc.2018.11.016.
8. Wu Y.-L., Wang D.-L., Guo E.-H., Song S., Feng J.-T., Zhang X. Synthesis and QSAR study of novel α -methylene- γ -butyrolactone derivatives as antifungal agents // Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 2017. Vol. 27. No. 5. Pp. 1284–1290. DOI: 10.1016/j.bmcl.2017.01.030.
9. Abridgach F., Karzazi Y., Benabbes R., Youbi M. El. Synthesis, biological screening, POM, and 3D-QSAR analyses of some novel pyrazolic compounds // Medicinal Chemistry Research. 2017. Vol. 26. No. 8. Pp. 1784–1795. DOI: 10.1007/s00044-017-1888-8.
10. Prokhorova P. E., Glihareva T. V., Kalinina T. A., Nein Yu. I., Morzherin Yu. Yu., Fan Z.-J. Kolishestvennyy analiz struktura-fungitsidnaya aktivnost' 1,2,3-tiadiazolov i 1,2,3-triazolov [Quantitative structure - fungicide activity relationship for 1,2,3-thiadiazoles and 1,2,3-triazoles] // Butlerov communications. 2016. Vol. 48. No. 10. Pp. 60–65. (In Russian.)
11. Funar-Timofei S., Ionescu D., Suzuki T. Modeling of fungicide activity of trifluoromethyl-substituted 1,2,4-triazoles using PLS, ANN and SVM // Current Topics in Biochemical Research. 2016. Vol. 17. Pp. 45–55.
12. Quiroga D., Becerra L. D., Coy-Barrera E. Ultrasound-Assisted Synthesis, Antifungal Activity against *Fusarium oxysporum*, and Three-Dimensional Quantitative Structure-Activity Relationship of N, S-Dialkyl Dithiocarbamates Derived from 2-Amino Acids // ACS Omega. 2019. Vol. 4 (9). Pp. 13710–13720. DOI: 10.1021/acsomega.9b01098.
13. Si W.-J., Wang X.-B., Chen M., Wang M.-Q., Lu A.-M., Yang C.-L. Design, synthesis, antifungal activity and 3D-QSAR study of novel pyrazole carboxamide and niacinamide derivatives containing benzimidazole moiety // New Journal of Chemistry. 2019. Vol. 43 (7). Pp. 3000–3010. DOI: 10.1039/C8NJ05150J.
14. Angarita-Rodríguez A., Quiroga D., Coy-Barrera E. Indole-Containing Phytoalexin-Based Bioisosteres as Antifungals: In Vitro and in Silico Evaluation against *Fusarium oxysporum* // Molecules. 2020. Vol. 25 (1). No. 45. Pp. 1–19. DOI: 10.3390/molecules25010045.
15. Kundu A., Mandal A., Saha S., Prabhakaran P., Walia S. Fungicidal activity and molecular modeling of fusarubin analogues from *Fusarium oxysporum* // Toxicological & Environmental Chemistry. 2020. Vol. 102. Iss. 1–4. Pp. 78–91. DOI: 10.1080/02772248.2020.1770253.
16. ChEMBL [e-resource]. URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl> (date of reference: 15.03.2021).
17. Vazhev V. V., Munarbaeva B. G., Gubenko M. A., Vazheva N. V., Ergalieva E. M., Samsonyuk E. A. Otsenka toksichnosti organicheskikh soedineniy dlya *Tetrahymena pyriformis* metodom QSAR [Estimation of toxicity of organic compounds for *Tetrahymena pyriformis* by QSAR method] // Bulletin of Karaganda University. Series: Chemistry. 2016. No. 3 (83). Pp. 39–44. (In Russian.)
18. Vazhev V. V., Gubenko M. A., Vazheva N. V., Ergalieva E. M. Modelirovanie antitoksoplazmoidnoy aktivnosti organicheskikh soedineniy metodom QSAR [Modeling (evaluation) of anti-toxoplasma activity of organic compounds by QSAR method] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 07 (174). Pp. 4–10. (In Russian.)

Authors' information:

Vladimir V. Vazhev¹, doctor of chemical sciences, professor of the department of natural sciences, ORCID 0000-0002-0493-7461, AuthorID 192100; +7 705 503-78-44, vladimir.vazhev@gmail.com

Bayan G. Munarbaeva¹, candidate of pedagogical sciences, Associate professor of the department of natural sciences, ORCID 0000-0002-6160-4129, AuthorID 1107429; +7 775 265-92-46, layan-munarbaeva@mail.ru

Natalia V. Vazheva², candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of biology and chemistry, ORCID 0000-0001-8243-0626, AuthorID 1107360; +7 777 284-51-06, vazheva.n@mail.ru

Maksim A. Gubenko², master of chemistry, senior teacher of the department of biology and chemistry, ORCID 0000-0002-4035-3500, AuthorID 1106358; +7 707 898-77-60, gubenko_kspi@mail.ru

¹ Kostanay Social Technical University named after Z. Aldamzhar, Kostanay, Republic of Kazakhstan

² Kostanay Regional University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan

Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP на поголовье крупного рогатого скота Мурманской области

Э. В. Фирсова¹✉, А. П. Карташова¹

¹ Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

✉ E-mail: research-station@yandex.ru

Аннотация. Цель исследования – сравнить два метода оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстницами и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность; выявить наиболее точный и объективный метод для дальнейшего использования в системе оценки генеалогических групп по комплексу признаков. **Методы.** Использовались одно- и двухфакторный дисперсионный анализ, сравнительный анализ племенной ценности по молочной продуктивности генеалогических групп (линий) при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP, ранжирование генеалогических групп по результатам оценки племенной ценности и расчет коэффициента ранговой корреляции по Спирмену. **Результаты.** По результатам дисперсионного анализа сила влияния среднего фактора «год и сезон» на молочную продуктивность первотелок составила +0,62 от общей дисперсии ($P < 0,01$). Наследственные факторы оценивались методом двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса. Сила влияния линий на молочную продуктивность первотелок составила 0,011 от общей дисперсии ($P < 0,05$). При применении метода сравнения со сверстницами выявлена зависимость от достаточного количества представителей генеалогической группы. Анализ линий методом BLUP изменил их ранговую оценку. Число животных в изучаемых группах не оказывает влияния на распределение рангов при этом методе оценки. Ранговая корреляция между методами BLUP и сравнения со сверстницами составила 0,65. Установлено, что оценка методом BLUP является в настоящий момент наиболее объективной и учитывающей смещение оценки под действием недостаточной численности животных. **Новизна исследования** заключается в том, что впервые на поголовье крупного рогатого скота в условиях Мурманской области для оценки племенной ценности по молочной продуктивности линий апробировано использование метода BLUP.

Ключевые слова: селекция, крупный рогатый скот, племенная оценка, метод BLUP, метод сравнения со сверстницами, генеалогическая группа, молочная продуктивность.

Для цитирования: Фирсова Э. В., Карташова А. П. Результаты оценки племенной ценности линий при помощи методов сравнения со сверстницами и BLUP на поголовье крупного рогатого скота Мурманской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 63–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-63-70.

Дата поступления статьи: 29.03.2021, **дата рецензирования:** 05.04.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Одним из основных элементов племенной работы в животноводстве является оценка особей с целью дальнейшего их отбора, выбраковки недостаточно высокопродуктивных животных и подбора наиболее эффективных пар особей для получения потомства с заданными характеристиками. Для этого разработано множество методик, но наиболее удобным и объективным является метод сравнения продуктивности животных со сверстницами. Он позволяет снизить влияние такого фактора, как год рождения, с которым тесно связаны изменения в организационных и производственных мероприятиях в хозяйстве. Однако малая численность сверстниц или оцениваемой груп-

пы животных может привести к искажению результатов оценки.

В 1984 г. американский ученый Ч. Р. Хендерсон опубликовал работу [1], произведшую прорыв в методике оценки племенной ценности животных. Данная методика (BLUP – Best Linear Unbiased Prediction – наилучший линейный несмещенный прогноз) позволяет одновременно оценивать влияние любого количества факторов на продуктивность животных, анализировать племенную ценность (собственную, предков) любого количества особей, получать результаты одновременно по нескольким хозяйственно полезным признакам, прогнозировать племенную ценность животных. В различных модификациях она

«давно используется в странах с развитым молочным скотоводством» [2, с. 79] и является традиционной [3, с. 1]. Метод BLUP и его модификации (например, ssGBLUP – одношаговый геномный BLUP) нашли широкое применение в геномной оценке животных в Соединенных Штатах Америки и странах Скандинавии. Метод BLUP учитывает фенотипические и родословные данные, метод ssGBLUP объединяет фенотипическую, родословную и геномную информацию о животных [4, с. 1]. В скандинавских странах, например, метод BLUP используют при геномной оценке молочного скота, в том числе для моделирования отсутствующей родословной у единичных особей [4]. В Бразилии, где часто используют систему естественного спаривания мясного скота, вследствие которой примерно у 60 % потомства невозможно определить быка-отца [5, с. 4], генетическая оценка животных также производится с применением метода BLUP. В Российской Федерации эта методика официально не принята, но используется учеными-исследователями (в различных модификациях) «для оценки крупного рогатого скота как альтернативный вариант» [2, с. 79], и по результатам своих исследований ученые указывают на целесообразность перехода к оценке племенной ценности животных отечественной популяции молочного скота методом BLUP [6–17].

Учитывая, что метод BLUP активно используется при индивидуальной оценке коров и быков, предполагается, что оценка по линиям также будет достаточно объективна и актуальна. Сравнение двух методов оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстниками и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность позволит выявить наиболее точный и объективный метод и в дальнейшем усовершенствовать систему оценки генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области по комплексу признаков.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в одном из сельхозпредприятий Мурманской области. Оценивались коровы-перволетки голштинской породы черно-пестрой масти и айрширской породы по молочной продуктивности (удой). Общее количество оцененных животных – 2118 голов. Исследования проведены за период с 2008 по 2019 гг.

Материалами исследований послужили зоотехнические журналы, карточки коров и быков, результаты собственных исследований.

В качестве методов исследований были использованы одно- и двухфакторный дисперсионный анализ, сравнительный анализ племенной ценности по молочной продуктивности генеалогических групп (линий) при помощи методов сравнения со сверстниками и BLUP, ранжирование генеалогических групп по результатам оценки племенной ценности и расчет коэффициента ранговой корреляции по Спирмену. Статистическая обработка данных [18–20] проводилась при помощи программы Microsoft Excel.

В процессе анализа молочной продуктивности животных оценивалась их принадлежность к линии со стороны отца.

Анализ метода сравнения со сверстниками проводился с учетом сезона и года отела животных. Для нивелирования воздействия фактора среды из удоя каждого животного вычиталась средняя продуктивность всего поголовья в учитываемый период. Удой выражался как в килограммах, так и в долях сигмы для учета разнообразия удоя в разное время года. Затем производили сравнение с продуктивностью сверстниц.

Условия применения метода BLUP: в связи со значительной отдаленностью родоначальников с отцовской стороны (далее 4 поколений) допускаем, что влияние данных генеалогических групп (по линиям) на распределение генов и наследование хозяйственно полезных признаков ничтожно мало. Тогда использование матрицы аддитивного генетического родства для выявления близких родственных связей нецелесообразно вследствие слишком малых коэффициентов. Таким образом, диагональные элементы субматриц для оценки линий будут дополнены коэффициентом [16]:

$$\lambda = \sigma_e^2 / \sigma_a^2 = (1 - h^2) / h^2,$$

где σ_e^2 – дисперсия случайных факторов,

σ_a^2 – дисперсия аддитивных генетических факторов,

h^2 – сила влияния генетического фактора.

Формула оценки влияния факторов оценки BLUP:

$$y = X \times h + Z \times a + e,$$

где y – удой за первую лактацию,

X – матрица наблюдений эффекта среды (год, сезон отела),

h – вектор эффекта среды,

Z – матрица наблюдений генетического эффекта,

a – вектор генетического эффекта,

e – вектор случайных эффектов.

$$Z \times a = Z_{\text{лин}} \times a_{\text{лин}} + Z_{\text{сем}} \times a_{\text{сем}} + Z_{\text{соч}} \times a_{\text{соч}},$$

где $Z_{\text{лин}}$, $Z_{\text{сем}}$, $Z_{\text{соч}}$ – матрицы наблюдений генетического эффекта линий, семейств, их сочетаний,

$a_{\text{лин}}$, $a_{\text{сем}}$, $a_{\text{соч}}$ – векторы генетического эффекта линий, семейств, их сочетаний.

По результатам анализа влияния линий на молочную продуктивность дочерей двумя методами (сравнение со сверстниками, BLUP) и их ранжирования рассчитывался коэффициент ранговой корреляции по Спирмену.

Цель настоящего исследования – сравнить два метода оценки племенной ценности коров (сравнение со сверстниками и BLUP) в процессе анализа влияния линий на молочную продуктивность дочерей, выявить наиболее точный и объективный метод для дальнейшего использования в системе оценки генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области по комплексу признаков.

Результаты (Results)

Молочная продуктивность животных зависит от влияния разных факторов, связанных с условиями содержания животных, кормлением, технологическими операциями в хозяйстве, сменой и опытом персонала, финансово-экономическим состоянием хозяйства и т. д. Все эти факторы часто сцеплены в единый комплекс, изменяющийся с течением времени. Именно поэтому в настоящее время, для того чтобы частично нивелировать влияние этих факторов на результаты исследований, используют специальные методы расчетов, корректирующие данные, или распределяют и подбирают животных по группам с учетом временного фактора.

Молочная продуктивность коров в изучаемом хозяйстве сильно варьировала по годам. Так, в период с 2008 по 2013 г. продуктивность первотелок находилась в пределах 9000–10 000 кг молока. С 2014 г. под давлением экономических проблем в хозяйстве удой

начали значительно снижаться. В 2015 г. средний удой первотелок составлял 4426 кг. Начиная с 2016 г. ситуация постепенно начала улучшаться. В 2018 г. в среднем на первотелку получено 8283 кг молока. Таким образом, наглядно просматривается воздействие года отела на продуктивность животных.

Анализ силы влияния средового фактора «год и сезон» на молочную продуктивность животных по первой лактации методом однофакторного дисперсионного анализа (таблица 1) показал высокий уровень его влияния на общее разнообразие молочной продуктивности: 0,62 от общей дисперсии, или 62 %, и достоверность на втором уровне значимости ($P < 0,01$). Данный показатель не вызывает сомнения, особенно в условиях резких изменений продуктивности животных в течение всего срока исследований.

Для оценки влияния наследственных факторов использовался метод двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса (таблица 1).

Таблица 1
Результаты дисперсионного анализа изучаемых факторов

Фактор	Число степеней свободы ν	Средняя M_{cp}	Ошибка $\pm m$	Дисперсия C	Дисперсия стандартизирования, σ^2	Коэффициент Фишера F	$F_{табл}$	Вероятность ошибки α	Влияние фактора (наследственность) h^2
По всему поголовью	2117	8455,4	46,0	$9,48 \times 10^9$	4 478 040	—	—	—	—
Оценка влияния средового фактора «год и сезон»									
Год и сезон	40	—	—	$5,91 \times 10^9$	2 734 802	1,59	1,40	0,011	0,62**
Случайный фактор	2077	—	—	$3,57 \times 10^9$	1 717 970	—	—	—	0,38
Оценка влияния наследственных факторов (линия, семейство)									
Наследственный фактор (линия $\times$ семейство)	410	—	—	$1,77 \times 10^9$	4 317 795	1,05	1,13	0,27	0,19
Линия	11	—	—	$1,08 \times 10^8$	9 838 663	2,18	1,79	0,013	0,011*
Семейство	133	—	—	$5,92 \times 10^8$	4 453 629	1,01	1,22	0,44	0,06
Сочетаемость линия $\times$ семейство	266	—	—	$1,07 \times 10^8$	4 036 749	1,12	1,16	0,11	0,11
Случайный фактор	1707	—	—	$7,71 \times 10^9$	4 518 396	—	—	—	0,81

Примечание. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Table 1
Results of analysis of variance of the studied factors

Factor	Degrees of freedom ν	Average M	Error, $\pm m$	Dispersion, C	Standard dispersion σ^2	Fisher's test F	F_{tabl}	Error probability α	Factor influence (heritability) h^2
All over the livestock	2117	8455.4	46.0	9.48×10^9	4 478 040	—	—	—	—
Assessment of the influence of the environmental factor year + season									
Year + season	40	—	—	5.91×10^9	2 734 802	1.59	1.40	0.011	0.62**
Random factor	2077	—	—	3.57×10^9	1 717 970	—	—	—	0.38
Assessment of the influence of hereditary factors (line, family)									
Hereditary factor (line $\times$ family)	410	—	—	1.77×10^9	4 317 795	1.05	1.13	0.27	0.19
Line	11	—	—	1.08×10^8	9 838 663	2.18	1.79	0.013	0.011*
Family	133	—	—	5.92×10^8	4 453 629	1.01	1.22	0.44	0.06
Compatibility (line $\times$ family)	266	—	—	1.07×10^8	4 036 749	1.12	1.16	0.11	0.11
Random factor	1707	—	—	7.71×10^9	4 518 396	—	—	—	0.81

Note. * $P < 0,05$; * $P < 0,01$.

Результаты оценки племенной ценности линий

Генеалогическая группа	N	Средний удой, кг	Средний удой (отклонение от средней сезона и года отела)		Метод оценки				
					Сравнение со сверстниками		BLUP		
					Превосходство над сверстниками		Ранг	Племенная ценность, кг	Ранг
			кг	доли σ	кг	доли σ			
Родственная группа C NRF 1606 ¹	3	9080 ± 174	765	0,75	771	0,76	1	31	3
Рефлекшн Соверинг 198998 ²	732	8630 ± 80	74	0,07	120	0,11	2	146	1
Вис Бэк Айдиал 1013415 ²	859	8294 ± 71	19	0,02	39	0,04	3	83	2
Монтвик Чифтейн 95679 ²	341	8378 ± 126	-67	-0,10	-76	-0,11	4	-19	8
Пабст Говернер 882933 ²	137	8849 ± 127	-187	-0,13	-196	-0,14	5	-77	12
Тоосилан Брахма ¹	3	9444 ± 215	-287	-0,20	-284	-0,19	6	0,4	4
С. Б. Командор ¹	8	9383 ± 524	-367	-0,23	-365	-0,23	7	-4,6	5
Риихивиидан Урхо Еррант ¹	7	8240 ± 535	-521	-0,39	-519	-0,39	8	-13	6
Дик 768 ¹	6	7159 ± 482	-528	-0,39	-525	-0,39	9	-17	7
О. Р. Лихтинг 120135 ¹	14	7348 ± 457	-752	-0,58	-753	-0,58	10	-48	11
Юттеро Ромео ¹	5	8298 ± 284	-1382	-0,93	-1381	-0,93	11	-43	10
Кинг Еррант ¹	3	7438 ± 273	-1778	-1,19	-1776	-1,19	12	-37	9

Примечание. ¹ порода айрширская; ² порода голштинская черно-пестрой масти.

Table 2

Results of assessing the breeding value of lines

Genealogical group	N	Average milk yield, kg	Average milk yield (deviation from average calving season-year)		Assessment method				
					Comparison with peers		BLUP		
					Superiority over peers		Rank	Breeding value, kg	Rank
			kg	share σ	kg	share σ			
Group C NRF 1606 ¹	3	9080 ± 174	765	0.75	771	0.76	1	31	3
Reflection Sovering 198998 ²	732	8630 ± 80	74	0.07	120	0.11	2	146	1
Wis Back Ideal 1013415 ²	859	8294 ± 71	19	0.02	39	0.04	3	83	2
Montwick Chieftain 95679 ²	341	8378 ± 126	-67	-0.10	-76	-0.11	4	-19	8
Pabst Governor 882933 ²	137	8849 ± 127	-187	-0.13	-196	-0.14	5	-77	12
Toosilan Brahma ¹	3	9444 ± 215	-287	-0.20	-284	-0.19	6	0.4	4
S. B. Commander ¹	8	9383 ± 524	-367	-0.23	-365	-0.23	7	-4.6	5
Riivhiidan Urho Errant ¹	7	8240 ± 535	-521	-0.39	-519	-0.39	8	-13	6
Dick 768 ¹	6	7159 ± 482	-528	-0.39	-525	-0.39	9	-17	7
O. R. Lichting 120135 ¹	14	7348 ± 457	-752	-0.58	-753	-0.58	10	-48	11
Yutero Romeo ¹	5	8298 ± 284	-1382	-0.93	-1381	-0.93	11	-43	10
King Errant ¹	3	7438 ± 273	-1778	-1.19	-1776	-1.19	12	-37	9

Note. ¹ Ayrshire breed; ² Holstein black-and-white breed.

Влияние линий на молочную продуктивность составило 0,011 от общей дисперсии и достоверно на третьем уровне значимости ($P < 0,05$).

Изучение данных по принадлежности коров-первотелок к линиям выявило, что животные распределяются по 12 генеалогическим группам, из которых 4 принадлежат к голштинской породе черно-пестрой масти, а остальные 8 – к айрширской породе скота. При этом генеалогические группы голштинской породы были более многочисленными (от 137 до 859 голов) по сравнению с генеалогическими группами айрширской породы (от 3 до 14 голов).

Точность оценки племенной ценности животных находится в прямой зависимости от количества данных об их продуктивности. Чем больше информации было собрано в отношении животных, принадлежащих к той или иной линии, тем более точно мы можем прогнозировать продуктивность их молодых представителей. Данная закономерность хорошо видна по результатам двухфакторного анализа, где со стороны линий довольно значительное количество их представителей, что привело к достоверности полученной оценки влияния линий ($P < 0,05$). С другой стороны двухфакторного анализа (оценка влияния семейств)

количество представителей колебалось от 3 до 30, что сказалось на достоверности оценки, несмотря на более значимое влияние семейств.

Анализ влияния линий на молочную продуктивность дочерей методом сравнения со сверстницами (таблица 2) выявил среди голштинских линий самую высокопродуктивную в первый год лактации – линию Рефлекшн Соверинг 198998. Однако также на первом месте оказались потомки айрширской родственной группы быков C NRF 1606, превзойдя представительниц голштинской породы. Данный результат вызывает сомнение в достоверности, несмотря на, казалось бы, объективную оценку. Во-первых, очень малое количество потомков (3 головы), все являются потомками быка Айхе 1131. Во-вторых, все потомство получено в 2015 г. и лактировало в 2017 г., что могло исказить объективную оценку линии. По оценке ВНИИплем, в 2017 г. продуктивность дочерей этого быка составила 10 369 кг молока.

Анализ племенной ценности линий при помощи оценки методом BLUP позволил, на наш взгляд, уточнить и представить более объективные данные. Изменилось распределение рангов генеалогических групп при этом методе оценки. Можно констатировать, что оно не зависит от количества животных в изучаемых группах. Так, родственная группа C NRF 1606 айрширской породы переместилась по рангу на третье место, но среди айрширских линий продолжает занимать лидирующее положение по эффекту, оказываемому на потомство (+31 кг удоя). Следует отметить, что этот показатель при использовании метода сравнения со сверстницами был гораздо выше и составлял +771 кг молока. Оценка племенной ценности данной линии методом BLUP, на наш взгляд, является более точной, так как нивелирует влияние такого фактора, как недостаточное количество первотелок в изучаемой группе (3 головы). Также подтверждением этого предположения является повышение значений (хотя они и остались отрицательными) племенной ценности (на 284–1739 кг молока) малочисленного потомства (от 3 до 14 голов) линий, принадлежащих к айрширской породе, при оценке методом BLUP. При этом наблюдалось незначительное повышение рангов айрширских линий (на 1–3). Голштинские линии Рефлекшн Соверинг 198998 и Вис Бэк Айдиал 1013415, имеющие достаточную численность оцениваемых первотелок (732 и 859 голов соответственно) при оценке методом BLUP несколько повысили свой ранг и заняли первые два места. Показатели племен-

ной ценности по этим линиям составили +146 и +83 кг молока соответственно. При использовании метода сравнения со сверстницами по этим же линиям показатели превосходства над сверстницами отличались незначительно от показателей племенной ценности при оценке методом BLUP и имели также положительные значения (+120 и +39 кг молока). Линия Монтвик Чифтейн 95679, которая считалась одной из самых высокопродуктивных, оказала отрицательное влияние на продуктивность потомства при оценке двумя методами (–19 кг и –76 кг).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По результатам дисперсионного анализа сила влияния средового фактора «год и сезон» на молочную продуктивность коров-первотелок составила +0,62 от общей дисперсии, или 62 %, и достоверна на втором уровне значимости ($P < 0,01$). Оценка влияния наследственных факторов определялась методом двухфакторного дисперсионного анализа неравномерного комплекса. Сила влияния линий на молочную продуктивность первотелок составила 0,011 от общей дисперсии и достоверна на третьем уровне значимости ($P < 0,05$).

Анализ продуктивной ценности линий методом сравнения со сверстницами показал зависимость от достаточного количества представителей генеалогической группы.

Анализ линий методом BLUP значительно изменил ранговую оценку генеалогических групп. Количество животных в изучаемых группах не оказывает влияния на распределение рангов при этом методе оценки.

При сопоставлении результатов оценки племенной ценности первотелок по удою ранговая корреляция между методами BLUP и сравнения со сверстницами составила 0,65. Это говорит о том, что до 35 % быков при разных методах оценки могут поменять свой ранг и племенную ценность.

Можно утверждать, что применение метода BLUP для оценки племенной ценности по удою генеалогических групп (линий) наиболее эффективно по сравнению с методом сравнения со сверстницами, так как позволяет выделить животных с действительно лучшими показателями молочной продуктивности независимо от количества оцениваемых представителей.

Дальнейшие исследования хозяйственно полезных признаков генеалогических групп в хозяйствах Мурманской области необходимо базировать на использовании метода BLUP для наибольшей объективности оценки получаемых данных.

Библиографический список

1. Henderson Ch. R. Applications of Linear Models in Animal Breeding. Guelph, University of Guelph, 1984. 378 p.
2. Кудинов А. А., Петров В. В., Племяшов К. В. Применение метода BLUP Animal Model для оценки племенной ценности коров айрширской породы Ленинградской области // Генетика и разведение животных. 2017. № 2. С. 79–85.
3. Mehrban H., Lee D. H., Naserkheil M., Moradi M. H., Ibáñez-Escriche N. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models [e-resource] // PLoS ONE. 2019. No. 14 (10). Article number e0223352. DOI: 10.1371/

journal.pone.0223352. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0223352> (date of reference: 20.02.2021).

4. Bradford H. L., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.

5. Tonussi R. L., Silva R. Md. O., Magalhães A. F. B., Espigolan R., Peripolli E., Olivieri B. F., et al. Application of single step genomic BLUP under different uncertain paternity scenarios using simulated data [e-resource] // PLoS ONE. 2017. No. 12 (9). Article number e0181752. DOI: 10.1371/journal.pone.0181752. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181752> (date of reference: 20.02.2021).

6. Сермягин А. А., Янчуков И. Н., Мельникова Е. Е., Харитонов С. Н., Некрасов Р. В. Сравнительная характеристика стад крупного рогатого скота на основе оценки племенной ценности коров методом BLUP Animal Model // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 160–167.

7. Харитонов С. Н., Сермягин А. А., Мельникова Е. Е., Осадчая О. Ю., Янчуков И. Н., Ермилов А. Н., Зиновьева Н. А. Эффективность использования уравнений модели BLUP для прогноза племенной ценности быков-производителей по молочной продуктивности дочерей // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 3. С. 7–11. DOI: 10.25632/MMS.2018.2018.14956.

8. Игнатьева Л. П. Сравнительная характеристика животных симментальской породы разного происхождения на основе оценки племенной ценности коров методом BLUP ANIMAL MODEL в связи с уровнем продуктивности стад // Вестник КрасГАУ. 2020. № 11 (164). С. 152–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-152-161.

9. Мельникова Е. Е., Янчуков И. Н., Зиновьева Н. А., Харитонов С. Н. Эффективность определения генетических качеств коров на основе метода BLUP // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 11. С. 94–96.

10. Зверева Е. А., Фураева Н. С., Муравьева Н. А., Москаленко Л. П. Использование BLUP-оценки быков-производителей ярославской породы в селекции высокопродуктивных коров и повышении их продуктивного долголетия // Вестник АПК Верхневолжья. 2016. № 3 (35). С. 58–62.

11. Племяшов К. В., Лабинов В. В., Сакса Е. И., Смарагдов М. Г., Кудинов А. А., Петрова А. В. Использование метода BLUP Animal Model в определении племенной ценности голштинизированного скота Ленинградской области // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 1. С. 2–5.

12. Мамонтова А. И., Никитин С. А., Сермягин А. А., Мельникова Е. Е. Сравнение эффективности применения различных модификаций метода BLUP для оценки племенной ценности быков по качеству потомства на примере симментальской породы // Новости науки в АПК. 2019. № 3 (12). С. 229–234. DOI: 10.25930/2218-855X/057.3.12.2019.

13. Тулинова О. В., Петрова А. В. Взаимосвязь оценки методом BLUP молочной продуктивности коров айрширской породы с интенсивностью их развития в 10-месячном возрасте // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 7. С. 64–70. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202007008.

14. Мамонтова А. И., Никитин С. А., Мельникова Е. Е., Сермягин А. А. Сравнение эффективности применения Test-day Model и других модификаций метода BLUP для оценки племенной ценности быков-производителей симментальской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 3. С. 8–11. DOI: 10.33943/MMS.2020.46.43.002.

15. Петрова А. В., Кудинов А. А., Арлимова Е. В. Моделирование отбора быков-производителей айрширской породы по результатам оценки их племенной ценности разными методами // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2019. № 3. С. 155–160. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.155.

16. Жуманов К. Ж., Карымсаков Т. Н., Кинеев М. А., Тамаровский М. В., Баймуханов А. Д. Сравнительный анализ результатов оценки быков-производителей голштинской черно-пестрой породы по продуктивности дочерей на основе официальной инструкции и модели BLUP // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 155–163. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-4-155-163.

17. Сакса Е. И. Эффективность использования быков, оцененных разными методами, при совершенствовании высокопродуктивных стад // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 1. С. 5–8. DOI: 10.25632/MMS.2018.1.12714.

18. Меркурьева Е. К. Биометрия в животноводстве. Москва: Колос, 1964. 311 с.

19. Кузнецов В. М. Методы племенной оценки животных с введением в теорию BLUP. Киров: Зон. НИИСХ Северо-Востока, 2003. 357 с.

20. Кузнецов В. М. Основы научных исследований в животноводстве. Киров: Зон. НИИСХ Северо-Востока, 2006. 568 с.

Об авторах:

Эмилия Викторовна Фирсова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории научного обеспечения сельскохозяйственного производства, ORCID 0000-0002-7688-6528, AuthorID 620603; +7 (8155) 37-13-24, +7 909 558-67-71

Анастасия Петровна Карташова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, исполняющий обязанности директора, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003

¹ Мурманская государственная сельскохозяйственная опытная станция, Молочный, Россия

The results of assessing the breeding value of lines using the methods of comparison with peers and BLUP method on the cattle stock in the Murmansk region

E. V. Firsova^{1✉}, A. P. Kartashova¹

¹ Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia

✉ E-mail: research-station@yandex.ru

Abstract. The aim of the study is to compare two methods for assessing the breeding value of cows (comparison with peers and BLUP) during the analyzing process of the influence of lines on milk production. It is necessary to identify the most accurate and objective method for further use in the system for assessing of genealogical groups by a set of characteristics. **Methods.** We used one- and two-way analysis of variance. Comparative analysis of breeding values for milk production of genealogical groups (lines) using the methods of comparison with peers and BLUP. The ranking of genealogical groups by the results of assessing of breeding value and the calculating of the Spearman's rank correlation coefficient were made. **Results.** According to the results of the analysis of variance, the strength of the influence of the environmental factor "year and season" on the milk productivity of first-calf cows was +0.62 of the total variance ($P < 0.01$). Hereditary factors were assessed by the method of two-way analysis of variance of an uneven complex. The strength of the influence of the lines on the milk productivity of first-calf cows was 0.011 of the total variance ($P < 0.05$). The use of the method of comparison with peers, the dependence on a sufficient number of representatives of the genealogical group was revealed. BLUP analysis of lines changed their ranking. The number of animals in the studied groups does not affect the distribution of ranks with this method of assessment. The rank correlation between BLUP and peer comparison methods was 0.65. It has been established that the BLUP assessment is currently the most objective and takes into account the bias of the assessment under the influence of an insufficient number of animals. The novelty of the study is the first time the use of the BLUP method was tested on the livestock population in the Murmansk region to assess the breeding value based on the milk productivity of the lines.

Keywords: selection, cattle, breeding assessment, BLUP method, method of comparison with peers, genealogical group, milk production.

For citation: Firsova E. V., Kartashova A. P. Rezul'taty otsenki plemennoy tsennosti linii pri pomoshchi metodov sravneniya so sverstnikami i BLUP na pogolov'e krupnogo rogatogo skota Murmanskoy oblasti [The results of assessing the breeding value of lines using the methods of comparison with peers and BLUP on the of cattle in the Murmansk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 63–70. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-63-70. (In Russian.)

Date of paper submission: 29.03.2021, **date of review:** 05.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

References

1. Henderson Ch. R. Applications of Linear Models in Animal Breeding. Guelph, University of Guelph, 1984. 378 p.
2. Kudinov A. A., Petrov V. V., Plemiyashov K. V. Primeneniye metoda BLUP Animal Model dlya otsenki plemennoy tsennosti korov ayrshirskoy porody Leningradskoy oblasti [Application of the BLUP Animal Model method to assess the breeding value of Ayrshire cows in the Leningrad region] // Genetics and breeding of animals. 2017. No. 2. Pp. 79–85. (In Russian.)
3. Mehrban H., Lee D. H., Naserkheil M., Moradi M. H., Ibáñez-Escriche N. Comparison of conventional BLUP and single-step genomic BLUP evaluations for yearling weight and carcass traits in Hanwoo beef cattle using single trait and multi-trait models [e-resource] // PLoS ONE. 2019. No. 14 (10). Article number e0223352. DOI: 10.1371/journal.pone.0223352. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0223352> (date of reference: 20.02.2021).
4. Bradford H. L., Masuda Y., VanRaden P. M., Legarra A., Misztal I. Modeling missing pedigree in single-step genomic BLUP // Journal of Dairy Science. 2019. Vol. 102. Iss. 3. Pp. 2336–2346. DOI: 10.3168/jds.2018-15434.
5. Tonussi R. L., Silva R. Md. O., Magalhães A. F. B., Espigolan R., Peripolli E., Olivieri B. F., et al. Application of single step genomic BLUP under different uncertain paternity scenarios using simulated data [e-resource] // PLoS ONE. 2017. No. 12 (9). Article number e0181752. DOI: 10.1371/journal.pone.0181752. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0181752> (date of reference: 20.02.2021).
6. Sermyagin A. A., Yanchukov I. N., Melnikova E. E., Kharitonov S. N., Nekrasov R. V. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsennosti korov metodom BLUP Animal Model [Comparative characteristics of cattle herds based on the assessment of the breeding value of cows using the BLUP Animal Model method] // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2018. No. 9. Pp. 160–167. (In Russian.)
7. Kharitonov S. N., Sermyagin A. A., Mel'nikova E. E., Osadchaya O. Yu., Yanchukov I. N., Ermilov A. N., Zinov'eva N. A. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsen-

nosti korov metodom BLUP Animal Model [The BLUP model equations efficiency for the prediction of the sire breeding value by the daughters' milk production traits] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 3. Pp. 7–11. DOI: 10.25632/MMS.2018.2018.14956 (In Russian.)

8. Ignat'eva L. P. Sravnitel'naya kharakteristika stad krupnogo rogatogo skota na osnove otsenki plemennoy tsennosti korov metodom BLUP Animal Model [Comparative characteristics of the animals of simmental breed of different origin on the basis of the estimates breeding value of the cows by the BLUP ANIMAL MODEL method in connection with the level of herd productivity] // Vestnik KraSGAU. 2020. No. 11 (164). Pp. 152–161. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-152-161 (In Russian.).

9. Mel'nikova E. E., Yanchukov I. N., Zinov'eva N. A., Kharitonov S. N. Effektivnost' opredeleniya geneticheskikh kachestv korov na osnove metoda BLUP [Efficiency of estimations of cow's genetic properties based on BLUP procedures] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2016. Vol. 30. No. 11. Pp. 94–96. (In Russian.)

10. Zvereva E. A., Furaeva N. S., Murav'eva N. A., Moskalenko L. P. Ispol'zovaniye BLUP-otsenki bykov-proizvoditeley yarovskoy porody v selektsii vysokoproduktivnykh korov i povyshenii ikh produktivnogo dolgoletiya [Use of a BLUP-evaluation of bulls of the yaroslavl breed in selection of highly productive cows and increase of their productivelongevity] // Bulletin of the agro-industrial complex Upper Volga. 2016. No. 3 (35). Pp. 58–62. (In Russian.)

11. Plemyashov K. V., Labinov V. V., Saksa E. I., Smaragdov M. G., Kudinov A. A., Petrova A. V. Ispol'zovaniye metoda BLUP Animal Model v opredelenii plemennoy tsennosti golstinizirovannogo skota Leningradskoy oblasti [Trial using of BLUP Animal Model approach in livestock of Leningrad region] // Dairy and beef cattle farming. 2016. No. 1. Pp. 2–5. (In Russian.)

12. Mamontova A. I., Nikitin S. A., Semyagin A. A., Mel'nikova E. E. Sravneniye effektivnosti primeneniya razlichnykh modifikatsiy metoda BLUP dlya otsenki plemennoy tsennosti bykov po kachestvu potomstva na primere simmental'skoy porody [Comparison of the effectiveness of the use of various modifications of the BLUP method for assessing the breeding value of bulls by the quality of offspring on the example of the Simmental breed] // Novosti nauki v APK. 2019. No. 3 (12). Pp. 229–234. DOI: 10.25930/2218-855X/057.3.12.2019 (In Russian.)

13. Tulinova O. V., Petrova A. V. Vzaimosvyaz' otsenki metodom BLUP molochnoy produktivnosti korov ayrshirskoy porody s intensivnost'yu ikh razvitiya v 10-mesyachnom vozraste [Relationship between BLUP assessment of milk productivity and development intensity of ayrshire cows at 10 months] // Veterinary, Zootechnics and Biotechnology. 2020. No. 7. Pp. 64–70. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202007008 (In Russian.)

14. Mamontova A. I., Nikitin S. A., Mel'nikova E. E., Semyagin A. A. Sravneniye effektivnosti primeneniya Test-day Model i drugikh modifikatsiy metoda BLUP dlya otsenki plemennoy tsennosti bykov-proizvoditeley simmental'skoy porody [Efficiency and comparison of the Test-day Model and BLUP method modifications for assessing bulls breeding value in simmental cattle breed] // Dairy and beef cattle farming. 2020. No. 3. Pp. 8–11. DOI: 10.33943/MMS.2020.46.43.002 (In Russian.)

15. Petrova A. V., Kudinov A. A., Arlimova E. V. Modelirovaniye otbora bykov-proizvoditeley ayrshirskoy porody po rezul'tatam otsenki ikh plemennoy tsennosti raznymi metodami [Simulation of bulls selection using different approaches of breeding value evaluation] // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. 2019. No. 3. Pp. 155–160. DOI: 10.17238/issn2072-6023.2019.3.155 (In Russian.)

16. Zhumanov K. Zh., Karymsakov T. N., Kineev M. A., Tamarovsky M. V., Baimukanov A. D. Sravnitel'nyy analiz rezul'tatov otsenki bykov-proizvoditeley golstinskoy cherno-pestroy porody po produktivnosti docherey na osnove ofitsial'noy instruktsii i modeli BLUP [Comparative analysis of the evaluation results of Holsteinblack-motley breeding bulls by their daughters' productivity based on official instructions and BLUP model] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2020. No. 4. Pp. 155–163. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-4-155-163 (In Russian.)

17. Saksa E. I. Effektivnost' ispol'zovaniya bykov, otsenennykh raznymi metodami, pri sovershenstvovanii vysoko-produktivnykh stad [Efficiency of use of bulls evaluated by various methods for improvement of highly productive herds] // Dairy and beef cattle farming. 2018. No. 1. Pp. 5–8. DOI: 10.25632/MMS.2018.1.12714 (In Russian.)

18. Merkur'eva E. K. Biometriya v zhivotnovodstve [Biometrics in animal husbandry]. Moscow: Kolos, 1964. 311 p. (In Russian)

19. Kuznetsov V. M. Metody plemennoy otsenki zhivotnykh s vvedeniyem v teoriyu BLUP [Methods of breeding assessment of animals with an introduction to the BLUP theory]. Kirov: Zonal'nyy NIISKH Severo-Vostoka, 2003. 357 p. (In Russian.)

20. Kuznetsov V. M. Osnovy nauchnykh issledovaniy v zhivotnovodstve [Fundamentals of scientific research in animal husbandry]. Kirov: Zonal'nyy NIISKH Severo-Vostoka, 2006. 568 p. (In Russian.)

Authors' information:

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; +7 (8155) 37-13-24, +7 909 558-67-71

Anastasiya P. Kartashova¹, candidate of agricultural science, acting director, ORCID 0000-0003-3144-2816, AuthorID 560003

¹ Murmansk State Agricultural Experimental Station, Molochnyy, Russia

Сельскохозяйственная кооперация в условиях новых вызовов и угроз: от теоретических дискуссий к хозяйственной практике

С. Г. Головина^{1✉}, Л. Н. Смирнова²

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Лесниково, Россия

✉ E-mail: kkrav84@mail.ru

Аннотация. В сложившейся социально-экономической, политической и институциональной среде, прежде всего в условиях новых вызовов и угроз (таких как санкционные ограничения, природные катаклизмы, эпидемии и пандемии), детерминирующих высокую нестабильность в деятельности аграрных производителей, особую значимость в развитии аграрной экономики, сельских сообществ и сельских территорий обретает сельскохозяйственная кооперация. Как доказывают ретроспективные исследования, аграрные кооперативы всегда становятся востребованными в наиболее сложные для сельского хозяйства (и экономики в целом) периоды, предельно актуализируя в это время соответствующие теоретические и прикладные изыскания. Изучение и анализ трудов ученых по вопросам современного состояния сельскохозяйственной кооперации, ее проблем и потенциала в решении задач совершенствования аграрного производства и гармоничного развития сельских территорий позволяют заключить, что, несмотря на наличие (в представленных научному сообществу обзорных материалах) описаний эволюции кооперативной мысли и резюмирующих дискуссий по теории кооперации, достижения последних лет все же не нашли в них должного отражения. **Цель** данной работы – обобщение наиболее содержательных результатов исследований мирового уровня о деятельности сельскохозяйственных кооперативов во флуктуирующей (иногда турбулентной) среде, которые актуальны (и приемлемы) для развития российских кооперативных практик в условиях существующих вызовов и угроз.

Результаты. Обзорно-аналитическое исследование, результаты которого репрезентированы в данной статье, позволило (путем скрупулезного анализа достижений кооперативной теории за последние пять лет) сформулировать и научно обосновать основные компоненты нового (комплексного, междисциплинарного) подхода к развитию отечественной сельскохозяйственной кооперации в сложившемся институциональном и рыночном контексте, базовыми элементами которого являются: 1) учет особенностей социально-экономической и институциональной среды; 2) многофункциональность кооперативной деятельности; 3) специфика путей создания кооперативов в различных странах и сферах деятельности; 4) ограниченность традиционных и перспективность новых организационных моделей аграрных кооперативов. **Научная новизна.** В статье предложен подробный обзор зарубежных и российских исследований по различным аспектам сельскохозяйственной кооперации, отличающийся богатой историей и всесторонними дискуссиями, обоснована новая концепция развития современных аграрных кооперативов, сформулированы выводы, обладающие теоретической новизной и прикладной ценностью для использования в отечественной хозяйственной практике.

Ключевые слова: теория кооперации, сельскохозяйственный кооператив, социально-экономическая среда, институциональные и рыночные условия, вызовы и угрозы, литературный обзор.

Для цитирования: Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Сельскохозяйственная кооперация в условиях новых вызовов и угроз: от теоретических дискуссий к хозяйственной практике // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 71–88. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-71-88.

Дата поступления статьи: 27.03.2021, **дата рецензирования:** 08.04.2021, **дата принятия:** 26.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

В то время как в различных странах мира кооперативная теория отмечается значимыми результатами исследований по вопросам функционирования сельскохозяйственных кооперативов в условиях современной среды, представляя их проблемы, пути

преодоления и перспективы развития, все же можно констатировать, что имеющиеся теоретико-эмпирические достижения используются как в западной, так и отечественной кооперативной практике недостаточно широко, и в настоящее время на этот факт особо указывают и ученые, и политики, и специали-

сты-аграрии. К примеру, в ходе одного из научных онлайн-семинаров (Современное состояние моделей сельскохозяйственной кооперации в России, 23 ноября 2020 г.) директор Центра агропродовольственной политики ИПЭИ РАНХиГС, доктор экономических наук Н. И. Шагайда подчеркивает, что предпринимаемые в настоящее время усилия относительно развития кооперативных процессов в отечественной хозяйственной практике (прежде всего аграрной) пока не коррелируют с имеющимися на сегодняшний день результатами.

Эту мысль подтверждают скрупулезные исследования условий и, конечно же, итогов деятельности сельскохозяйственных потребительских кооперативов в России, результаты которых (как будет описано далее) наглядно демонстрируют низкую эффективность функционирования большинства отечественных кооперативов и убедительно доказывают, что вместо экспансии своей деятельности многие созданные в последние годы сельскохозяйственные потребительские кооперативы существуют либо лишь в отчетности (формально), либо благодаря существенной государственной поддержке. Однако поиском возможностей развития кооперации в аграрной отрасли экономики различных стран занимаются многие известные ученые (как отечественные, так и зарубежные), а полученные ими результаты обладают эвристическим и прикладным потенциалом применительно не только к повышению (эволюционно достигнутого) уровня развития современной кооперации на Западе, но и к разрешению сложившейся негативной ситуации в деятельности отечественных кооперативов (особенно в условиях серьезных вызовов и угроз). В целом научная гипотеза исследования такова, что для успешной деятельности сельскохозяйственных кооперативов в сложившихся условиях среды необходима новая (комплексная, междисциплинарная) концептуальная модель развития кооперации, построение (и применение) которой возможно только на основе органичного синтеза достижений современной кооперативной теории, в связи с чем в представленной статье обзору, анализу и обобщению подлежали работы российских и зарубежных ученых, осуществляющих исследования в данной области знания в течение последних пяти лет (с 2016 г. по настоящее время).

В силу актуальности изучаемого феномена (сельскохозяйственная кооперация) в мировой кооперативной науке отмечаются весомые (уникальные) достижения, имеющие теоретическую и прикладную значимость, в то время как в рамках данного исследования пристальное внимание уделено главным образом тем изысканиям, которые могут послужить теоретической базой новой методологии развития российской сельскохозяйственной кооперации в условиях новых вызовов и угроз. Подчеркнем, что многие из них концентрируются на наиболее важных (для современной концептуализации аграрной кооперации) аспектах, в числе которых: 1) сопоставление сельскохозяйственных кооперативов с инвестор-ориентированными

фирмами (корпорациями), конкуренция между ними и варианты партнерских отношений [1–3]; 2) сложности, возникающие внутри сельскохозяйственных кооперативов в связи с гетерогенностью их членов [4], [5]; 3) уникальная роль традиционной кооперативной идентичности в экспансии кооперативной деятельности (в росте численности кооперативов и их членства, в увеличении занимаемой ими на рынках доли), в усилении социальной значимости кооперативных организаций и внедрении ими организационных и технологических инноваций [6], [7]; 4) совершенствование инструментов финансирования кооперативов путем трансформации их организационных моделей [8], [9]; 5) социализация деятельности аграрных кооперативов в целях устойчивого развития сельских территорий и сохранения сельских сообществ [10–12]; 6) возможности развития кооперативного бизнеса в самых современных его формах [13], [14]; 7) особенности развития сельскохозяйственной кооперации в различных странах с учетом сформировавшейся в каждой из них особой социально-экономической и институциональной среды [15–17]. Научный интерес в рамках данного обзора представляют работы и российских ученых (М. П. Антоновой, Н. Г. Володиной, О. Б. Божкова, И. Н. Буздалова, А. А. Куракина, А. М. Никулина, А. В. Петрикова, В. А. Сарайкина, А. В. Соболева, И. В. Троцука, В. Я. Узун, Н. И. Шагайды, Р. Г. Янбых и др.), обращающихся в своих исследованиях к специфике среды функционирования сельскохозяйственных кооперативов (в том числе в отдельных областях Российской Федерации и различных подотраслях сельского хозяйства), состоянию отечественной аграрной кооперации на различных этапах ее истории, характеристикам направлений и механизмов государственной поддержки кооперации на разных этапах институциональных преобразований отечественного АПК.

Отметим, что эволюция кооперативной мысли периодически находится в центре научных литературных обзоров, предпринимаемых западными коллегами, которые исследуют данную проблему уже не один десяток лет. В результате их многолетних кропотливых изысканий появились такие значимые публикации, как: 1) Torgerson R. E., Bruce J. R., Thomas W. G. *Evolution of Cooperative Thought, Theory, and Purpose*, 1997; 2) Cook M. L., Chaddad F. R., Illiopoulos C. *Advances in Cooperative Theory since 1990: A Review of Agricultural Economics Literature*, 2004; 3) Cook M. L., Grashuis J. *Theory of Cooperatives: Recent Developments*, 2018; 4) Grashuis J., Su Y. *A Review of the Empirical Literature on Farmer Cooperatives: Performance, Ownership and Governance, Finance, and Member Attitude*, 2018. И все же тщательное изучение работ ученых, исследующих преимущественно современное состояние сельскохозяйственной кооперации, позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на имеющиеся описания эволюции кооперативной мысли (в том числе последние из них [18], [19]):

1) далеко не все достижения теории кооперации отражаются в имеющихся литературных обзорах;

2) как правило, западными коллегами анализируются научные труды, в которых исследуются проблемы, актуальные для США, Канады и стран Европейского Союза, касающиеся в первую очередь современных кооперативных организаций, прошедших длительный путь своей эволюции.

В данной работе (согласно поставленной цели) анализируются и обобщаются результаты исследований, которые, во-первых, проведены непосредственно в последние годы, во-вторых, осуществлены (в том числе) с участием российских ученых, в-третьих, наиболее актуальны (и приемлемы) для развития успешных кооперативных практик в сельском хозяйстве Российской Федерации в условиях новых вызовов и угроз.

Методология и методы исследования (Methods)

Для выполнения обозначенных в работе задач (определение потенциала современных исследований в области кооперативной теории для успешного развития кооперативных практик в России; спецификация научных результатов, обладающих эвристическим потенциалом для построения новой концепции кооперативного развития в условиях новых вызовов и угроз; выявление научных аспектов, требующих дополнительных исследований) в качестве ключевого метода обзора был выбран интегративный метод, эффективность которого (как доказывает Х. Снайдер [20, с. 335–336]) высока в том случае, когда цель ревью заключается не в полном охвате статей, опубликованных когда-либо по данному научному направлению, а в анализе существующих точек зрения для построения новой концептуальной модели (в данном случае – концепции развития сельскохозяйственной кооперации вообще и в специфических российских условиях в частности). Так как обзор литературы (по мнению авторитетных ученых [21, с. 2]) должен демонстрировать четко определенную стратегию выбора статей и изложенных в них научных идей, для отбора научных работ, подлежащих обзору в данном исследовании, использовались несколько критериев:

1) ограничение выборки научными изданиями за последние пять лет (с 2016 г. по настоящее время);

2) строгая спецификация обозначенной в публикациях тематики (аспекты деятельности сельскохозяйственных кооперативов, принятые в предлагаемой концепции их исследования в качестве базовых);

3) тщательная селекция журналов, в которых опубликованы результаты научных изысканий (предпочтение отдано журналам с высокими показателями уровня цитируемости, размещенным в международных базах данных).

Применение такого подхода в контексте данного исследования позволило изучить и критически проанализировать литературу из разных областей и исследовательских традиций для генерирования синтетической (междисциплинарной) методологии развития отечественных сельскохозяйственных кооперативов в сложившихся условиях среды.

Как следует из результатов современных исследований, развитие сельскохозяйственных потребительских кооперативов в России базируется в основном на традиционном методологическом подходе, эвристический и прикладной потенциал которого ограничен в связи с кардинальными изменениями, происходящими в экономической, политической, социальной и институциональной среде. В то же время особенностью исследований последних лет (и в отечественной, и в западной науке) является ориентация на эффективное функционирование аграрных кооперативов; акцент на результативность их деятельности с точки зрения многообразия выполняемых ими функций; нацеленность на прикладной характер исследований, результаты которых можно применять на практике. В связи с этим в предшествующих данному анализу исследованиях авторами статьи предложен используемый далее (для структурирования обзора) новый (комплексный, междисциплинарный) подход к исследованию сельскохозяйственной кооперации, базовыми элементами которого (исходя из предыдущих исследований авторов статьи) являются:

1) особенности среды (институциональной, рыночной) функционирования аграрных кооперативов;

2) многофункциональность деятельности современных сельскохозяйственных кооперативов;

3) идентификация кооператива как явления не стационарного и консервативного, а мобильного и адаптируемого (развивающегося по уникальной для каждой страны траектории);

4) ограниченные возможности внедрения в современную хозяйственную практику традиционного прототипа сельскохозяйственного кооператива, необходимость его трансформации в новые организационные модели [22].

Исследование кооперативной деятельности на базе перечисленных концептуальных постулатов позволяет, во-первых, разработать альтернативные варианты организационных моделей сельскохозяйственных кооперативов, каждая из которых обеспечивает им (в совершенно определенной окружающей среде, в том числе в условиях существующих (и потенциальных) вызовов и угроз, включая экологические, политические, биологические и другие) конкурентные преимущества путем внедрения в их внутреннюю структуру современных инструментов управления, контроля и финансирования; во-вторых, определить перспективные траектории дальнейшего развития сельскохозяйственной кооперации в сложившихся институциональных и рыночных условиях (с учетом возможных их флуктуаций); в-третьих, наметить направления государственной политики относительно сельскохозяйственных кооперативов, способствующие их успешному функционированию и как уникальных бизнес-единиц (действующих в интересах сельскохозяйственных производителей), и как особых артефактов, решающих многочисленные социальные проблемы сельских жителей и их сообществ.

Обращаясь к более подробному изложению сформулированного (на основе синтеза теорий) подхода, начнем с того, что существенное место в теоретических исследованиях занимает концептуализация самого феномена «кооператив», являющегося загадкой для специалистов по кооперации еще со времен (если брать новейшую историю) И. Емельянова (*Economic Theory of Cooperation*, 1942 г.), рассматривающего кооператив не как разновидность фирмы, а как совокупность фирм. Современные ученые по-прежнему пытаются найти более подходящее определение столь сложной организации, отличающейся многомерной ролью ее членов (патрон, собственник, инвестор, управляющий) и многообразными (часто противостоящими друг другу) целями. В результате продолжающейся дискуссии кооператив и в настоящее время рассматривается учеными либо как продолжение фермерской организации, либо как коалиция независимых аграрных хозяйств, либо как независимая фирма [23, с. 132–133]. Существенным потенциалом в определении современной сущности кооператива обладает институциональная теория, базовые положения которой используются в исследованиях сельскохозяйственной кооперации и отечественными, и западными учеными (М. П. Антонова, С. Г. Головина, Р. Г. Янбых, А. В. Соболев, Дж. Биджман, А. Вольц, И. Мугвагва, Й. Нилссон, Г. Тон, Н. Хаддад, М. Т. Шрайри и др.) [15], [24–29].

Приступая к подробному обзору, рассмотрим в первую очередь вклад отдельных исследований в каждый из обозначенных элементов (всего четыре) предлагаемой концепции. Первый из них заключается в объективной (получаемой благодаря использованию различных современных методов и подходов) оценке институциональной среды, представленной институтами неформальными, формальными и рыночными. Что касается, например, институтов неформальных, то предпринятые теоретико-эмпирические исследования (экономические, социологические, психологические) позволяют вывести следующую (имеющую важное научно-практическое значение) аксиому: в какой бы организационной модели ни функционировал сельскохозяйственный кооператив (или в самой примитивной, не имеющей правовой оболочки, или в чрезвычайно современной, приближенной к обычной бизнес-корпорации), неформальная институциональная среда имеет решающее значение для его успешного развития [22]. При этом для кооперативных процессов (из широкого перечня неформальных институтов) особо значимы социальные ценности, такие как солидарность, равенство, доверие, ответственность [6], [30–32], не менее важны в эффективном развитии сельскохозяйственных кооперативов и некоторые характеристики их членов, а именно:

1) желание (потребность) быть вовлеченными в осуществляемую организацией деятельность [33];

2) открытость и готовность к коллективному (сетевому) взаимодействию [25];

3) стремление и, безусловно, возможности (способности, знания, умения) участвовать в процедурах демократического управления кооперативом [34];

4) позитивное отношение к кооперативным принципам в целом [35].

Подчеркнем, что сегодня современные крупные диверсифицированные кооперативные организации уделяют пристальное внимание гармоничным межличностным связям, интересам и предпочтениям своих членов или, по мнению ученых, «идиосинкразическому контексту жизненного мира отдельных членов-фермеров» [5, с. 1075].

Основной исследовательский вывод, сформулированный в ходе скрупулезного изучения неформальной среды функционирования непосредственно отечественных сельскохозяйственных кооперативов, связан с выявлением и анализом причин отрицательных результатов их деятельности (небольших размеров, низкой эффективности, невысокой доли на рынках сельскохозяйственной продукции и услуг [27], [36], [37], [38]), причем в качестве таковых верифицированы:

1) негативный опыт кооперации в перестроечный период;

2) слабая предрасположенность сельскохозяйственных производителей к осуществлению транзакций на кооперативной основе;

3) низкий уровень доверия участников кооперации к партнерам и коллегам;

4) отсутствие у членов кооперативов опыта (как, впрочем, и желания) участия в демократическом управлении кооперативными организациями.

В связи с этим, по утверждению ученых, в условиях, когда создание сельскохозяйственных кооперативов в большинстве случаев инициируется «сверху» (как это наблюдается в отечественной хозяйственной практике), для государства важны не только специальные мероприятия, связанные с совершенствованием кооперативного законодательства и инструментов финансовой поддержки кооперативов, но и активные действия, направленные на улучшение доверия, формирование позитивного отношения к равенству, солидарности и взаимопомощи, то есть нацеленные на максимальное совершенствование неформальных институтов в направлении их релевантности кооперативному духу и кооперативной сути в целом [22]. Объединительные процессы на селе, генерируемые всевозможными консолидирующими мероприятиями, стимулируют в итоге улучшение неформальной среды функционирования кооперативов, создание неформальных институтов, являющихся субститутами формальных кооперативных организаций (в современном их понимании) и выполняющих важнейшие функции по поставке услуг и товаров в границах сельских территорий, в которых обычно не заинтересованы крупные коммерческие структуры [22], [25], [39]. Отметим, что в исследованиях относительно функционирования сельскохозяйственных кооперативов в тех странах, где они прошли длительный эволюци-

онный путь и имеют в настоящее время неопровержимые доказательства их значимости, по-прежнему актуальны вопросы, касающиеся неформальных институтов (в частности социального капитала кооперативов), а их содержательные результаты все чаще появляются в академических изданиях мирового уровня [11], [40–42].

Не менее важное значение для развития сельскохозяйственной кооперации имеет формальная институциональная среда, включающая кооперативное законодательство, особые государственные программы поддержки сельхозкооперации, совершенствование которых также находится в центре внимания ученых. Так, И. Н. Буздалов подчеркивает значимость кооперативных законов в высокой динамике кооперативного развития [43], а А. В. Петриков, в свою очередь, аргументирует необходимость государственной поддержки сельского хозяйства в связи с новыми явлениями¹:

1) в экономике (новые технологии в аграрном производстве);

2) в политике (санкционные ограничения или другие препятствующие свободному обмену обстоятельства, подобные локдауну во время пандемии COVID-19);

3) в экологии (изменение климата, другие экологические угрозы) [44].

Что касается исследований западных ученых, то таковые, безусловно, существуют, однако, как показывает глубокий анализ научных источников, многие из них, во-первых, акцентируют внимание на особенностях институциональной среды определенных стран (прежде всего стран с многолетней кооперативной историей, в которых развитие кооперативов происходит эволюционно и постепенно), во-вторых, не раскрывают противоречий между институтами формальными и неформальными. Российская же действительность отличается уникальными институциональными условиями, в которых из-за разобщенности формальных и неформальных институтов возникают серьезные (часто непреодолимые) барьеры, тормозящие развитие сельскохозяйственной кооперации в регионах Российской Федерации. Формальные институты в этой ситуации могут либо переживать существенные и адекватные по скорости изменения, способствуя развитию кооперативов, либо в совокупности с неформальными институтами, оставаясь консервативными, препятствовать их положительной эволюции. При этом формальные институты (как наиболее мобильные) способны посредством определенных нововведений в существующее законодательство и государственную политику нейтрализовать отрицательное воздействие институтов неформальных. Как следствие, создание соответствующей потребностям кооперативного развития формальной институциональной среды (гибкого законодательства, благоприятного бизнес-климата, эффективных государственных программ) является задачей как ученых и практиков (определение параметров сре-

ды), так и политиков (легитимизация и внедрение в жизнь), причем необходимо учитывать всесторонне доказанный международным опытом факт, что государственная финансовая помощь признается сегодня довольно простым, но не самым эффективным направлением государственной поддержки. В итоге, сопоставляя данный вывод с общим подходом к содержанию формальных институтов, имеющих значение для развития отечественной кооперации, необходимо констатировать его неординарность и новизну, так как в ситуации постепенного и перманентного развития кооперативных практик важно, как правило, стабильное законодательство, с одной стороны, и финансовая помощь в кризисных (сложных) ситуациях – с другой [45]. Импортное отношение такого подхода из международного опыта в отечественную практику обычно признается закономерным и обоснованным, но, как показывают результаты изучения и анализа формальной среды, особенностей ее влияния на сельскохозяйственную кооперацию в России, подобная стратегия в отечественных условиях среды чаще всего проявляет свою несостоятельность [4].

Еще один существенный аспект первого элемента предлагаемого подхода, такой как учет рыночной составляющей среды (полученный путем применения разнообразных теоретических и эмпирических методов исследования), имеет в большей степени практическую значимость и прикладную направленность непосредственно в разрезе конкретных сельскохозяйственных рынков (рынки молока, мяса, зерна, картофеля, овощей и т. д.), причем в его реализации важны (как доказывают аналитические материалы научных источников) особенности ситуаций, складывающихся на распространенных рынках сельскохозяйственной продукции, на которых сельскохозяйственные кооперативы функционируют. Следует отметить, что многие ученые изучают деятельность кооперативов не в целом в отрасли (сельскохозяйственное производство), а в отдельных (конкретных) сферах аграрной деятельности [15], [41], [45–50]. Так, Й. Биджман, совершая глубокий экскурс в 130-летнюю историю голландских молочных кооперативов, обращается к институциональному объяснению их успеха (как особые институты) в последние десятилетия, акцентируя внимание на таких их преимуществах, как экономия на масштабе, улучшение переговорных позиций, сокращение транзакционных издержек, совершенствование институционализации, институциональная поддержка [49]. В свою очередь, Л. Ли (вместе с коллегами), сосредоточивая научный интерес на функционировании китайских кооперативов в овощеводстве, причем в условиях высокой неопределенности (производственной, экологической, поведенческой), приходит к заключению, что по мере роста производственной неопределенности фермеры предпочитают членство в кооперативах и постоянные (контрактные) отношения с контрагентами и партнерами, а по мере усиления поведенческой неопределенности они обычно выбирают гибкие и временные отношения,

что обусловлено необходимостью быстрой адаптации к возникающим обстоятельствам [48]. Американские исследователи Т. Скевас и Дж. Грашуйс, фокусируясь на кооперативах по сбыту зерна, осуществляющих деятельность в границах Среднего Запада США (одного из четырех географических районов страны), убедительно доказывают факт влияния пространственных (территориальных) экстерналий на техническую эффективность соседствующих (расположенных в одной локации) зерновых кооперативов [49]. Коллектив ученых во главе с Т. Хуксом, останавливаясь на различных аспектах деятельности мясных кооперативов, убедительно подчеркивает, что индустриализация агропродовольственного сектора обуславливает различные неблагоприятные для фермеров последствия, такие как дисбаланс сил в технологической цепи, волатильность цен (и другие), преодоление которых возможно лишь путем кооперации [47].

Применительно к российской ситуации большое значение (по актуальности и содержательности) имеют исследования, обобщающие те научные материалы, в которых выявляются наиболее существенные особенности функционирования кооперативов в отдельных сферах сельскохозяйственного производства (в тех или иных областях Российской Федерации) [26], [38], [51], а полученные научно обоснованные выводы не только раскрывают специфику распространенных рынков сельскохозяйственной продукции (молока, мяса, зерна, картофеля, овощей и т. д.) относительно их расположенности к кооперативам, но и создают научную почву для построения прогнозов, которые (согласно методологическим постулатам представленной концепции) должны учитывать, во-первых, происходящие изменения в российском агропромышленном комплексе и на конкретных сельскохозяйственных рынках [52], [53]; во-вторых, возможные (адекватные этим изменениям) трансформации рыночных стратегий аграрных производителей и их кооперативов. В зависимости от этого прогнозируемые варианты будут различаться по таким параметрам, как:

- 1) занимаемые кооперативами ниши;
- 2) инкорпорируемые в их деятельность организационные модели;
- 3) оптимальные для развития сельскохозяйственных кооперативов инструменты государственной поддержки.

Второй важный компонент предлагаемой методологии касается такой уникальной особенности рассматриваемого феномена (сельскохозяйственный кооператив), как многофункциональность, новизна которого заключается в том, что, принимая во внимание популярную в современной науке концепцию многофункциональной деятельности отдельных хозяйственных субъектов, в ней:

- 1) учитывается территориальный аспект в оценке деятельности кооперативных организаций, их встроенность в сельские территории и сельский социум, что, по сути, идентифицируется многими исследо-

вателями как предельно важное обстоятельство [26], [29], [54];

- 2) акцентируется внимание не только на экономической эффективности функционирования кооперативов (хотя и это имеет место), но и на эффективности социальной (вклад в решение социальных проблем) и экологической (нацеленность на экологическое благополучие сельских территорий) [55];

- 3) подчеркивается важность сервитизации в деятельности сельскохозяйственных кооперативов, что детерминирует для них новые возможности и в плане бизнеса, и в отношении социального предпринимательства [12], [56]. При этом четко прослеживается мысль, что сельскохозяйственный кооператив, функционируя оптимально, будучи экономически эффективным, является особым социально-экономическим феноменом, который:

- 1) создает условия для успешной деятельности аграрных хозяйств;

- 2) вызывает всевозможные положительные экстерналии, сопровождающие экономическую деятельность [12], [54].

В свою очередь, слабое (экономическое) развитие сельскохозяйственных кооперативов становится не только существенным препятствием для должного функционирования аграрных хозяйств (его членов), но и основной причиной появления многих отрицательных экстерналий. Таким образом, если отечественная наука подчеркивает значимость многофункциональной деятельности крупных аграрных организаций (как в свое время совхозы и колхозы, выполняющие всевозможные социальные функции на селе) [43], [55], [57], а западная – институтов взаимопомощи и солидарности (имеющих вековую историю) [12], [58], то предлагаемые выводы, полученные путем теоретического осмысления действительности и эмпирической апробации выдвинутых гипотез, предписывают широкий ряд различных миссий и разнообразных задач, связанных с решением многочисленных социальных и экологических проблем на селе, исключительно сельскохозяйственным кооперативам. Безусловно, в мировой кооперативной науке отмечается необходимость социализации кооперативного бизнеса [11], однако сложившаяся в России непростая ситуация (низкий уровень жизни селян, обезлюдение сельских территорий, набирающие остроту экологические риски), а сегодня еще и общемировые негативные обстоятельства, связанные с коронакризисом, обусловили повышенное внимание к многофункциональной природе исследуемого объекта и возможным положительным экстерналиям учета данного обстоятельства и в содержании государственной политики, и в организации кооперативных практик.

Третий (сформулированный на основе синтеза различных взглядов) элемент обозначенного научного подхода сводится к пониманию того, что кооперативы, несмотря на наличие в их функционировании традиционных (классических) основ, без которых невозможна идентификация этой формы (кооперати-

ва) в качестве уникального феномена, действующего преимущественно в интересах своих членов, есть явление мобильное, а не стационарное. Современная же ситуация такова, что сельскохозяйственные кооперативы, как показывают мировой опыт и современные исследования, развиваются в разных странах по несколько отличным траекториям [59], следовательно, обязательный учет в процессе развития сельскохозяйственной кооперации (особенно в сложившемся рыночном и институциональном контексте) уникальных путей создания и последующей эволюции рассматриваемого феномена (аграрного кооператива) является важным концептуальным основанием предлагаемого подхода. Экскурс в историю (как кооперативной мысли, так и кооперативных практик) позволяет выделить два основных пути развития сельскохозяйственных кооперативов, первый из которых – эволюционный (континуальный), а второй – дискретный (аффектированный). Так, эволюционное развитие следует представить в виде определенного алгоритма, а именно: создание по инициативе сельскохозяйственных производителей (или сельских жителей) простейших форм кооперации; постепенная адаптация организационного устройства этих объединений к условиям внешней среды; дальнейшее усложнение его структуры, в результате чего формируются, как правило, эффективные (современные) кооперативные организации. Что касается дискретного пути развития сельскохозяйственных кооперативов, отметим одно из важных его условий: если базовые организационные принципы кооператива (как организационной формы) соответствуют рыночной среде, формальным и неформальным институтам, то уже на этапе его создания появляется, как правило, жизнеспособная организационная структура, которая обладает существенной мотивацией, имеет широкие возможности для здоровой конкуренции, рационального взаимодействия с контрагентами и партнерами по бизнесу. В обратной ситуации возникают организации, жизнедеятельность которых возможна, но при условии значимой поддержки со стороны государства.

В данной научной плоскости чрезвычайно популярны работы, посвященные развитию сельхозкооперации в различных (в том числе по уровню социально-экономического развития) странах мира. В последние годы к таковым можно отнести исследования, научный фокус которых сосредоточен на вопросах развития сельскохозяйственной кооперации в странах с устойчивыми (и длительными) кооперативными традициями, таких как США [14], [49], Канада [60], Швеция [61], [62], а их главной особенностью является изучение таких актуальных для западных кооперативов (и не только для западных) проблем, как эффективность функционирования на отдельных агропродовольственных рынках, влияние различных аспектов менеджмента на успех деятельности кооперативов, сложности, возникающие в управлении кооперативом в связи с колоссальным ростом кооперативных структур.

Не менее содержательны с точки зрения полученных результатов (их теоретической и практической значимости) публикации об особенностях сельскохозяйственной кооперации в развивающихся странах и в странах с переходной экономикой, в числе которых Китай [50], [63], [64] Болгария [65], Румыния [66], Албания [31], Нигерия [67], Кения [34], Зимбабве [28], Марокко [15], Эфиопия [17]. Анализируя сформулированные учеными выводы, выделим наиболее значимые из них, в частности:

1) расширение кооперативной деятельности вверх и вниз по технологической (вертикальной) цепи усиливает благосостояние и кооператива, и его членов [50, с. 2274];

2) членство в кооперативах дает аграрным производителям определенные конкурентные преимущества (оптимальные размеры, доступ к финансовым ресурсам, возможность совместных инвестиций, дополнительные лоббирующие силы) [65, с. 505], [32];

3) выбор форм контрактных отношений и организация трансакций с продукцией и ресурсами зависят от состояния среды [28, с. 227–228];

4) большое значение для развития кооперации имеет благоприятная институциональная среда, в улучшении которой государство играет важную координирующую и нормотворческую роль [15, с. 247];

5) несмотря на очевидные положительные экстерналии, детерминирующие объединение фермеров в аграрные кооперативы, во многих бывших социалистических странах тем не менее наблюдается множество формальных и неформальных факторов, ограничивающих активное развитие кооперации [66].

Безусловно, исследования такого плана относительно уникальности траекторий развития отечественной кооперации имеют, во-первых, непосредственную практическую значимость для России (и других стран со схожими институциональными условиями и историческими реалиями); во-вторых, сугубо научную (теоретическую, фундаментальную) ценность, в том числе для обогащения кооперативной теории уникальным (отличным от эволюционного) опытом. В этом плане, конечно же, следует отметить статью Р. Янбых, В. Сарайкина, З. Лермана «Cooperative Tradition in Russia: A Revival of Agricultural Service Cooperatives?» (2019 г.), в которой авторы представляют результаты исследований о закономерностях развития отечественных сельскохозяйственных кооперативов в различные исторические эпохи:

1) со времен царской России до периода коллективизации (до 20-х годов прошлого столетия);

2) советский период развития России;

3) современный этап отечественной истории (начиная с 1990-х по настоящее время) [57].

Примерно в рамках такой же исторической периодизации анализирует развитие отечественной кооперации академик И. Н. Буздалов, причем, используя содержательный вербальный оборот «вековая драма», ученый обстоятельно характеризует кооперативную историю России 1917–2017 гг. [43]. Целесообразно также выделить работы исследователей, посвященные условиям (факторам) эффективной деятельности сельскохозяйственных кооперативов [36], [68], современным проблемам развития кооперации в отдельных областях сельскохозяйственной деятельности (к примеру, в молочной отрасли) [46], прогнозированию дальнейшего (перспективного) развития кооперации на основе ее исторического опыта [55].

Выделяя следующий (четвертый) компонент усовершенствованного концептуального подхода, подчеркнем, что в его основе заложены, во-первых, конкретные возможности и серьезные ограничения применения в современных условиях классического (традиционного) устройства кооператива, во-вторых, необходимость инкорпорации в отечественную практику новых организационных моделей кооперативов. Теоретико-эмпирические исследования, выполняемые на протяжении последних нескольких лет, аргументированно доказывают важность этого компонента, идентифицируя в качестве главных факторов (особых обстоятельств) недостаточной эффективности деятельности отечественных аграрных кооперативов и, как следствие, низкой результативности развития российской аграрной кооперации в целом:

1) сложности в реализации традиционной кооперативной модели в отечественных условиях среды;

2) невозможность внедрения в отечественную хозяйственную практику новых предпринимательских моделей аграрной кооперации [69].

Реальность такова, что инкорпорируемая в отечественную среду (традиционная) организационная модель кооператива вступает в конфронтацию со сложившимися формальными и неформальными институтами, обуславливая неэффективную деятельность самих кооперативных структур в первую очередь тем, что не способна реализовать ключевой для данной организационной модели эффект масштаба. Неизбежным следствием подобной ситуации в странах Запада (США, Канада, Англия, Швеция и др.) является ослабление традиционных кооперативных принципов и постепенное смещение кооперативной деятельности в сторону предпринимательской организационной конструкции посредством:

1) введения в кооперативную практику новшеств, предполагающих:

а) механизм принятия решений и распределения прибыли в соответствии с объемом вложений в кооператив;

б) доходы на инвестиционные вложения, осуществляемые не только членами кооператива, но и внешними инвесторами;

2) эмиссии внутренних и внешних ценных бумаг, позволяющих привлекать достаточные финансовые ресурсы членов кооператива, внешних инвесторов;

3) индивидуализации всех основных аспектов деятельности кооператива (собственность, управление, контроль, но при условии сохранения некоторых базовых (традиционных) принципов) в целях повышения эффективности функционирования сельскохозяйственных кооперативов.

Подобные модификации отмечены во многих работах западных ученых, таких, к примеру, как серия публикаций Дж. Грашииса и М. Кука («Farmer Cooperatives as Systems of Attributes: An Analysis of Ownership and Investment Complementarities» (2017 г.), «An Examination of New Generation Cooperatives in the Upper Midwest: Successes, Failures, and Limitations» (2018 г.), «An Exploratory Study of Ownership and Governance Interrelationships in Traditional and Hybrid Farmer Cooperatives» (2018 г.), «A Structural Equation Model of Cooperative Member Satisfaction and Long-term Commitment» (2019 г.) [3], [13], [14], [29]), в которых авторы, во-первых, обосновывают гибридную сущность различных атрибутов современного сельскохозяйственного кооператива [14], [23]; во-вторых, устанавливают путем сложного эмпирического анализа (Structural Equation Model) взаимозависимость между различными характеристиками деятельности кооператива, в числе которых доверие, удовлетворенность, общие ценности, эмоциональная приверженность (причем как в мелких, так и в крупных кооперативах с гетерогенными взглядами членов на кооперативную деятельность) [4]; в-третьих, исследуют траектории развития кооперативов нового поколения (new generation cooperatives), активно создаваемых в американской аграрной экономике, начиная с 90-х годов прошлого столетия [14]. В свою очередь, проблемы, связанные непосредственно с управлением традиционно организованными крупными кооперативами, имеющими многочисленный и разнородный состав членов, осуществляющими сложные транзакции, раскрывает в своей статье «Governance Costs and the Problems of Large Traditional Co-Operatives» (2018 г.) Й. Нилссон, заключая, что деятельность таких кооперативов сопровождается ростом затрат на управление (трудно координировать большую и разнородную группу членов такого кооператива), а коллективный капитал (распределение которого не соответствует рыночным законам), в сущности, не используется оптимально, так как члены кооператива, с одной стороны, несут высокие затраты на принятие риска, а с другой – не получают полной остаточной прибыли [62].

Обращаясь к изменениям, происходящим в современных кооперативах, необходимо иметь в виду, что отмеченные выше (как и другие) внутренние усовершенствования связаны не только с сугубо технологическими новшествами (как следствие, с увеличением размеров кооперативов, сложностями в совершении транзакций, необходимостью привлечения больших объемов финансового капитала), но и с изменениями качества социального капитала кооператива по мере его развития (при переходе от одной фазы к другой).

Важность данного обстоятельства аргументировано анализируется в публикации В. Дэна, Г. Хендрикса, К. Ляна «Internal Social Capital and the Life Cycle of Agricultural Cooperatives» (2021 г.), в которой авторы утверждают, что «если стратегически не поддерживать и не развивать социальный капитал, сравнительное преимущество кооперативной формы бизнеса может исчезнуть» [40]. Одной из форм такой поддержки является адаптация организационной модели кооператива к трансформациям, неизбежно происходящим с социальным капиталом. Уместно отметить, что особенности функционирования кооператива на различных фазах жизненного цикла (всего их пять) освещаются и в ряде работ М. Кука, например, в статье «A Life Cycle Explanation of Cooperative Longevity», опубликованной в 2018 г., в которой ученый с позиции междисциплинарного подхода подробно раскрывает переживаемые кооперативом организационные изменения [70].

В то же время важно понимать, что кооперативные ценности (как и все элементы кооперативной организационной структуры) должны совершенствоваться, особенно в те периоды, когда существенно меняется окружающая среда. В российской же действительности в условиях, когда кооперативные структуры (как на этапе создания, так и в первые годы функционирования) отличаются небольшими размерами, недостатком капитала, ограниченными возможностями к внедрению современных технологий, низкой конкурентоспособностью, дальнейшее культивирование сугубо традиционных принципов (открытого членства, неограниченных транзакций, привлекательной идеологии коллективизма) в существенной мере ограничивает стремительное расширение бизнеса и фактически не обеспечивает его участникам конкурентными преимуществами, вследствие чего отмечаются:

- 1) низкая эффективность в деятельности кооперативных организаций;
- 2) функционирование кооперативов благодаря (в основном) государственной поддержке [69].

В целом, определение места традиционных кооперативных организаций в современных условиях среды и перспективные варианты либо их сохранения, либо существенной модификации – значимый результат использования учеными подхода, отличающегося от общепринятого (консервативного) отношения к традиционной кооперативной идентичности [36], [71]. Резюме таких публикаций: кооперативы традиционного типа необходимы и значимы (причем на любом этапе развития общества), однако их успешная работа, как показывает практика, зависит от определенных обстоятельств [71]. Ярким примером такого заключения служит активное появление кооперативов в сельских районах различных стран мира вследствие:

- 1) их удаленности от урбанизированных центров;
- 2) неблагоприятных демографических явлений (снижение численности сельского населения);

3) сокращения в селах числа крупных сетевых организаций (поставляющих различные услуги и товары);

4) негативных эффектов пандемии COVID-19 (и других ухудшающих сельскую жизнь условий) [22].

Раскрывая прикладной потенциал излагаемой в данном обзоре концепции, подчеркнем, что труды известных в области кооперативной теории ученых посвящены непосредственно проблемам адаптации сельскохозяйственных кооперативов к рыночной среде, в том числе посредством некоторых изменений и в организационных моделях, и в стратегиях. Так, исследование стратегической адаптации фермерских кооперативов в ответ на различные внешние события (консолидация отрасли, сегментация потребителей, снижение и волатильность цен, изменение политики) предпринято Дж. Грашиисом, неоднократно упомянутым в данном обзоре [71]. В других эпизодах научных исследований отмечается индивидуальность и локальность применяемых стратегий и внедряемых организационных моделей, и в этом отношении следует отметить (как наиболее продуктивные) работы Й. Нилссона, первые из которых появились в 1990-е годы («New Generation Farmer Co-Ops», 1997; «The Emergence of New Organizational Models for Agricultural Cooperatives», 1998; «Co-Operative Organisational Models as Reflections of The Business Environment», 1999), четко обозначив отличительные особенности кооперативов предпринимательского типа от их традиционных аналогов. Сегодня разработанная им теория используется, к примеру, в ходе анализа структуры управления в крупнейших сельскохозяйственных кооперативах Швеции (отличающихся крупными размерами, большим объемом бизнес-операций, разнородным членским составом), результаты которого демонстрируют то, как совершенствование кооперативных принципов способствует не только повышению конкурентоспособности кооперативов, но и росту удовлетворенности их членов [16]. Не менее интересны в плане сравнительного описания двух типов кооперативов (предпринимательского и традиционного) публикации М. Кука и его коллег (уже отмеченные в данной работе), причем как более ранние, так и сегодняшние [3], [14], [23]. В целом же можно констатировать, что выводы, полученные на основе изучения вышеобозначенных научных трудов по проблеме современных моделей кооперативных организаций, обладают практической значимостью для российских кооперативных практик, а обобщающие результаты практического опыта развития кооперативов в зарубежных странах (в совокупности с глубоким анализом других наиболее актуальных теоретических материалов по вопросам организационных моделей кооперации) и аналитические материалы, касающиеся эффективности кооперативных процессов в российской аграрной экономике, позволяют специфицировать наиболее перспективные модели предпринимательского кооператива, которые (по организационным особенностям) находятся между

двумя теоретическими конструкциями, в частности, традиционным кооперативом и инвестор-ориентированной фирмой [22], [72]. Выделяя (по результатам исследований) три теоретические организационные модели кооперативной деятельности, специфицированные как предпринимательские кооперативы первого, второго и третьего типа [72], можно резюмировать, что инкорпорация в деятельность сельскохозяйственных кооперативов новых организационных принципов включает несколько ступеней сложного (комплексного) алгоритма, таких как:

- 1) разработка альтернативных вариантов организационной трансформации;
- 2) уточнение различных организационных аспектов;
- 3) их детальная апробация, которая, по сути, невозможна без использования достижений современной кооперативной науки (привлечения ученых), а также без участия политиков (влияющих на контент формальной институциональной среды развития сельскохозяйственных потребительских кооперативов) и активной вовлеченности в данный процесс практиков (участников кооперации).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Обобщающие научные материалы, полученные в ходе досконального изучения современных достижений кооперативной науки и деятельности отечественных и западных сельскохозяйственных потребительских кооперативов, имеют как научную, так и прикладную значимость. Основная научная новизна представлена усовершенствованной концептуализацией развития сельскохозяйственных кооперативов в сложившемся институциональном и рыночном контексте, прикладная – сформулированными практико-ориентированными выводами, систематизированными в русле нескольких концептуальных компонентов и представленными в виде научно-практических рекомендаций (заслуживают внимание тех экономических и политических стейкхолдеров, которые заинтересованы в успешном функционировании сельскохозяйственных потребительских кооперативов во флуктуирующих условиях среды) [4].

1. В то время как, с одной стороны, обычную эволюцию кооперативных практик можно ассоциировать с плавным их переходом от одного этапа к другому (в связи с чем отмечаются развитие на фоне особой сельской жизни, в границах уникальных сельских сообществ и неформальных институтов различных институтов взаимопомощи, сотрудничества, взаимной выручки; формирование большого числа мелких кооперативов в различных подотраслях сельского хозяйства и сферах сельской жизнедеятельности; рост разнообразия кооперативных организаций, их формальных и неформальных объединений; все более тщательная институционализация деятельности кооперативов; рост численности членов кооперативов (увеличение размеров кооперативов), сокращение числа кооперативных организаций; изменение организационной структуры кооперативов в направлении

бизнес-ориентированных организаций; повышение экономической эффективности их деятельности и конкурентоспособности), а с другой – нельзя исключать ситуацию, когда такой путь кооперативного развития невозможен (конкурентоспособными могут быть лишь крупные кооперативные структуры, соответствующие по своим размерам и ресурсному потенциалу другим организационным формам бизнеса), колоссальное значение имеют:

- 1) содержание неформальной среды;
- 2) формальные условия создания, становления и развития кооперативов;
- 3) рыночная ситуация в сферах деятельности кооперативов.

При этом в качестве важного направления государственной политики по развитию сельскохозяйственной кооперации в современных условиях среды (даже в сравнении с сегодняшней существенной финансовой помощью сельскохозяйственным кооперативам) следует специфицировать поддержку различных (в том числе самых простых) форм сотрудничества и взаимопомощи (а не только кооперативов как таковых).

2. В связи с предельной значимостью благоприятной формальной среды для благополучия кооперативов (особенно если неформальная среда не совсем мобильна и благоприятна) разработка современного кооперативного законодательства, предоставляющего кооператорам широкий выбор возможностей спецификации прав собственности, моделей управления, применяемых стратегий, – важнейшее условие эффективной деятельности сельскохозяйственных кооперативов как уникальных бизнес-единиц и успешного развития аграрной отрасли в целом, а разумная государственная политика по поддержке выполнения кооперативами соответствующего сегодняшней ситуации спектра социальных и экологических функций (особенно в условиях существующих вызовов и угроз) – ключевая детерминанта устойчивого развития сельских территорий и сельских сообществ.

3. Идентификация и научное обоснование целесообразности функционирования сельскохозяйственных кооперативов в современных (предпринимательских) организационных моделях обуславливает совершенно иную стратегию поведения государственных структур в ходе инициации создания кооперативов в различных сферах аграрного производства и сельской деятельности. Поддержка теми или иными структурами предпринимательских организационных моделей кооперативов, как и традиционных их видов (что определяется именно релевантностью организационного устройства сельскохозяйственных кооперативов и окружающей среды на каждом этапе их эволюции), должна осуществляться, во-первых, в различных формах (не только финансовой), во-вторых, в оптимальном направлении (инициация же сугубо традиционных кооперативных феноменов не приносит (да и не принесет) ожидаемых всеми результатов даже при колоссальных финансовых затратах). Ключевая идея,

сформулированная в ходе обзорно-аналитического исследования научных материалов, заключается в том, что только гармоничный симбиоз результатов, полученных в ходе широких (междисциплинарных) исследований сельскохозяйственной кооперации (как теоретических, так и эмпирических), может служить фундаментальной и прикладной базой эффективного (и с точки зрения аграрных производителей, и с позиции сельских сообществ) функционирования сель-

скохозяйственных потребительских кооперативов в условиях меняющихся общественных приоритетов, непредсказуемых флуктуаций среды, новых вызовов и угроз.

Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-110-50167.

Библиографический список

1. Iliopoulos C., Cook M. L., Chadad F. Agricultural Cooperatives in Netchains // *Journal of Chain and Network Science*. 2016. Vol. 16 (1). Pp. 1–6. DOI: 10.3920/JCNS2016.x003.
2. Liang Q., Hendrikse G. Pooling and the Yardsticks Effect of Cooperatives // *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 143. Pp. 97–105. DOI: 10.1016/j.agsy.2015.12.004.
3. Ménard C. Organization and Governance in the Agrifood Sector: How Can We Capture Their Variety? // *Agribusiness*. 2018. Vol. 34 (1). Pp. 142–160. DOI: 10.1002/agr.21539.
4. Grashuis J., Cook M. L. A Structural Equation Model of Cooperative Member Satisfaction and Long-term Commitment // *International Food and Agribusiness Management Association*. 2019. Vol. 22 (2). Pp. 247–263. DOI: 10.22434/IFAMR2018.0101.
5. Iliopoulos C., Valentinov V. Member Preference Heterogeneity and Systemlifeworld Dichotomy in Cooperatives: An Exploratory Case Study // *Journal of Organizational Change. Management*. 2017. Vol. 30 (7). Pp. 1063–1080. DOI: 10.1108/JOCM-12-2016-0262.
6. Соболев А. В., Брилон А. В., Ермилов М. М. Кооперация в фокусе исследователей: кооперативная модель, поведение и стратегия // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2019. № 3. С. 31–42.
7. Puusa A., Hokkila K., Varis A. Individuality vs. Communitality – A New Dual Role of Co-operatives? // *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2016. Vol. 4 (1). Pp. 22–30. DOI: 10.1016/j.jcom.2016.02.002.
8. Briggeman B. C., Jacobs K. L., Kenkel P., McKee G. J. Current Trends in Cooperative Finance // *Agricultural Finance Review*. 2016. Vol. 76 (3). Pp. 402–410. DOI: 10.1108/AFR-04-2016-0034.
9. Grashuis J. A Quantile Regression Analysis of Farmer Cooperative Performance // *Agricultural Finance Review*. 2018. Vol. 78 (1). Pp. 65–82. DOI: 10.1108/AFR-05-2017-0031.
10. Bijman J., Muradian R., Schuurman J. (eds.) *Cooperatives, Economic Democratization and Rural Development*. Edward Elgar Pub. Ltd., Cheltenham, UK, 2016. 310 p.
11. Kustepeli Y., Gulcan Y., Yercan M. et al. The Role of Agricultural Development Cooperatives in Establishing Social Capital // *The Annals of Regional Science*. Published online 20 January 2020. DOI: 10.1007/s00168-019-00965-4.
12. Roth S., Valentinov V., Kaivo-oja J., Dana L.-A. Multifunctional Organisation Models: A Systems – Theoretical Framework for New Venture Discovery and Creation // *Journal of Organizational Change Management*. 2018. Vol. 31 (7). Pp. 1383–1400. DOI: 10.1108/JOCM-05-2018-0113.
13. Grashuis J. An Exploratory Study of Ownership and Governance Interrelationships in Traditional and Hybrid Farmer Cooperatives // *Managerial and Decision Economics*. 2018. Vol. 39 (6). Pp. 664–673. DOI: 10.1002/mde.2936.
14. Grashuis J., Cook M. L. An Examination of New Generation Cooperatives in the Upper Midwest: Successes, Failures, and Limitations // *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2018. Vol. 89(4). Pp. 623–644. DOI: 10.1111/apce.12211.
15. Haddad N. O., Ton G., Sraïri M. T., Bijman J. Organisational Challenges of Moroccan Dairy Cooperatives and the Institutional Environment // *International Journal on Food System Dynamics*. 2017. Vol. 8 (3). Pp. 236–249. DOI: 10.18461/ijfsd.v8i3.835.
16. Hakelius K., Nilsson J. The Logic behind the Internal Governance of Sweden's Largest Agricultural Cooperatives // *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (21). P. 9073. DOI: 10.3390/su12219073.
17. Royer A., Bijman J., Abebe G. K. Cooperatives, Partnerships and the Challenges of Quality Upgrading: A Case Study from Ethiopia // *Journal of Co-operatives Organization and Management*. 2017. Vol. 5 (1). Pp. 48–55. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.04.001.
18. Cook M. L., Grashuis J. Theory of Cooperatives: Recent Developments. In: *Routledge Handbook of Agricultural Economics*. New York, NY: Routledge, 2018. Pp. 372–392.
19. Grashuis J., Su Y. A Review of the Empirical Literature on Farmer Cooperatives: Performance, Ownership and Governance, Finance, and Member Attitude // *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2018. Vol. 90 (1). Pp. 77–102. DOI: 10.1111/apce.12205.
20. Snyder H. Literature Review as A Research Methodology: An Overview and Guidelines // *Journal of Business Research*. 2019. Vol. 104. Pp. 333–339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

21. Palmatier R. W., Houston M. B., Hulland J. Review Articles: Purpose, Process, and Structure // *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2018. Vol. 46. Pp. 1–5. DOI: 10.1007/s11747-017-0563-4.
22. Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Научно-практические рекомендации по использованию международного опыта развития сельскохозяйственной кооперации в отечественной хозяйственной практике. Курган: Изд-во КГСХА, 2020. 273 с.
23. Grashuis J., Cook M. L. Farmer Cooperatives as Systems of Attributes: An Analysis of Ownership and Investment Complementarities // Hendrikse G. W. J., Cliquet G., Ehrmann T., Windsperger J. (eds.) *Management and Governance of Networks: Franchising, Cooperatives, and Strategic Alliances*. Springer International Publishing: New York (NY, USA). 2017. Pp. 131–147. DOI: 10.1007/978-3-319-57276-5_8.
24. Антонова М. П., Потапова А. А. Создание кооперативов по принципу top-down: потенциальные ошибки // *Экономическое развитие России*. 2019. Т. 26. № 7. С. 56–64.
25. Сарайкин В. А., Янбых Р. Г. Анализ устойчивости кооперативной формы хозяйствования аграрного сектора России в контексте институциональной теории фирмы // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2019. Т. 35. Вып. 2. С. 251–268. DOI: 10.21638/spbu05.2019.204.
26. Соболев А. В., Пахомов В. М., Рыкалин А. С. Сельскохозяйственные кооперативы: институциональный и региональный подтекст // *Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики*. 2020. № 1. С. 90–100.
27. Golovina S., Antonova M., Abilova E. Assessment of Agricultural Cooperatives' Performance in Russia: The Case of the Kurgan Region // *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2020. Vol. 392. Pp. 370–376. DOI: 10.2991/assehr.k.200113.077.
28. Mugwagwa I., Bijman J., Trienekens J. Typology of Contract Farming Arrangements: A Transaction Cost Perspective // *Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa*. 2020. Vol. 59 (2). Pp. 169–187. DOI: 10.1080/03031853.2020.1731561.
29. Wolz A., Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia // *Outlook on Agriculture*. 2016. Vol. 45 (2). Pp. 111–116. DOI: 10.1177/0030727016651214.
30. Hakelius K., Hansson H. Members' Attitudes towards Cooperatives and Their Perception of Agency Problems // *International Food and Agribusiness Management Association*. 2016. Vol. 19 (4). Pp. 1–14. DOI: 10.22434/IFAMR2015.0219.
31. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative Evolvement through Political Era / Epoch: Albanian's Case and Comparisons // *Economics of Agriculture*. 2019. Vol. 66 (1). Pp. 189–204. DOI: 10.5937/ekoPolj1901189S.
32. Yu L., Nilsson J. Social Capital and Financial Capital in Chinese Cooperatives // *Sustainability*. 2019. No. 11 (8). P. 2415. DOI: 10.3390/su11082415.
33. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian Farmers and their Prospects for Success // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (4). Pp. 48–499. DOI: 10.1080/14631377.2018.1537737.
34. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which Type of Producer Organization is (More) Inclusive? Dynamics of Farmers' Membership and Participation in the Decision-Making Process // *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2020. Vol. 91 (2). Pp. 213–236. DOI: 10.1111/apce.12269.
35. Kontogeorgos A., Sergaki P., Chatzitheodoridis F. An Assessment of New Farmers' Perceptions about Agricultural Cooperatives // *Journal of Developmental Entrepreneurship*. 2017. Vol. 22 (1). Pp. 1750003(1)–1750003(13). DOI: 10.1142/S1084946717500030.
36. Сарайкин В. А., Янбых Р. Г. Направления совершенствования организации и эффективного развития кооперации // *АПК: Экономика, Управление*. 2017. № 6. С. 40–47.
37. Medvedeva T. Assessment of Solvency and Financial Stability of Agricultural Consumer Cooperatives // *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2019. Vol. 392. Pp. 331–335. DOI: 10.2991/assehr.k.200113.069.
38. Kurakin A., Visser O. Post-Socialist Agricultural Cooperatives in Russia: A Case Study of Top-Down Cooperatives in the Belgorod Region // *Post-Communist Economies*. 2017. Vol. 29 (2). Pp. 158–181. DOI: 10.1080/14631377.2016.1267974.
39. Божков О. Б., Никулин А. М., Полещук И. К. Сельская кооперация в Северном Нечерноземье: официальные и неформальные практики // *Вестник российского университета дружбы народов. Серия: социология*. 2020. Т. 20. № 4. С. 889–904. DOI: 10.22363/2313-2272-2020-20-4-889-904.
40. Deng W., Hendrikse G., Liang Q. Internal Social Capital and the Life Cycle of Agricultural Cooperatives // *Journal of Evolutionary Economics*. 2021. Vol. 31 (1). Pp. 1–23. DOI: 10.1007/s00191-020-00690-8.
41. Feng L., Friis A., Nilsson J. Social Capital among Members in Grain Marketing Cooperatives of Different Sizes // *Agribusiness*. 2016. Vol. 32 (1). Pp. 113–126. DOI: 10.1002/agr.21427.
42. Liang Q., Lu H., Deng W. Between Social Capital and Formal Governance in Farmer Cooperatives: Evidence from China // *Outlook on Agriculture*. 2018. Vol. 47 (1). Pp. 196–203. DOI: 10.1177/0030727018778603.
43. Буздалов И. Н. Вековая драма российской кооперации (1917–2017) // *Агропродовольственная политика России*. 2017. № 5 (65). С. 2–10.

44. Петриков А. В. Адаптация агропродовольственного сектора к постпандемической реальности // Научные труды Вольного экономического общества России. 2020. Т. 223. № 3. С. 99–105. DOI: 10.38197/2072-2060-2020-223-3-99-105.
45. Bijman J. Exploring the Sustainability of the Cooperative Model in Dairy: The Case of the Netherlands // Sustainability. 2018. Vol. 10 (7). P. 2498. DOI: 10.3390/su10072498.
46. Янбых Р. Г., Гатаулина Е. А. Оценка изменения потенциала сельскохозяйственной потребительской кооперации в молочной отрасли за десять лет (2006–2016 годы) // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2019. № 1. С. 19–25.
47. Hooks T., McCarthy O., Power C. Macken-Walsh A. A Co-operative Business Approach in a Values-based Supply Chain: A Case Study of a Beef Co-operative // Journal of Co-operative Organization and Management. 2017. Vol. 5. Iss. 2. Pp. 65–72. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.10.001.
48. Li L., Guo H., Bijman J., Heerink N. The Influence of Uncertainty on the Choice of Business Relationships: The Case of Vegetable Farmers in China // Agribusiness. 2018. Vol. 34. Pp. 597–615. DOI: 10.1002/agr.21540.
49. Skevas T., Grashuis J. Technical Efficiency and Spatial Spillovers: Evidence From Grain Marketing Cooperatives in the Us Midwest // Agribusiness. 2020. Vol. 36. Pp. 111–126. DOI: 10.1002/agr.21617.
50. Zhong Z., Zhang C., Jia F., Bijman J. Vertical Coordination and Cooperative Member Benefits: Case Studies of Four Dairy Farmers' Cooperatives in China // Journal of Cleaner Production 2018. Vol. 172. Pp. 2266–2277. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.184.
51. Loretts E., Golovina S., Smirnova L. Functioning Field of Farm Enterprises in Russia: Uncertainty and Risks. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Digital Agriculture – Development Strategy» (ISPC 2019) // Advances in Intelligent Systems Research. 2019. Vol. 167. Pp. 470–475. DOI: 10.2991/ispc-19.2019.106.
52. Узун В. Я., Шагайда Н. И. Оценка влияния институциональных и структурных изменений на развитие аграрного сектора России // Вопросы экономики. 2019. № 4. С. 39–58. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-4-39-58.
53. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Changes in Russia's Agrarian Structure: What Can We Learn from Agricultural Census? // Russian Journal of Economics. 2020. No. 6. Pp. 26–41. DOI: 10.32609/j.ruje.6.49746.
54. Головина С. Г., Лоретц Е. Е., Смирнова Л. Н. Многофункциональность деятельности сельскохозяйственных кооперативов // Аграрный вестник Урала. № 3. 2019. С. 58–63. DOI: 10.32417/article_5ce405141f3952.34454910.
55. Sobolev A., Kurakin A., Pakhomov V., Trotsuk I. Cooperation in Rural Russia: Past, Present and Future // Universe of Russia. 2018. Vol. 27 (1). Pp. 65–89. DOI: 10.17323/1811-038X-2018-27-1-65-89.
56. Šumylė D., Ribašauskienė E. Servitization of Lithuanian Agricultural Cooperatives // Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. 2017. Vol. 39 (4). Pp. 510–523. DOI: 10.15544/mts.2017.35.
57. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Cooperative Tradition in Russia: A Revival of Agricultural Service Cooperatives? // Post-Communist Economies. 2019. Vol. 31 (6). Pp. 751–771. DOI: 10.1080/14631377.2019.1607439.
58. Iliopoulos C., Valentinov V. Cooperative Longevity: Why Are So Many Cooperatives So Successful? // Sustainability. 2018. Vol. 10 (10). P. 3449. DOI: 10.3390/su10103449.
59. Nilsson J., Golovina S., Hess S., Wolz A. Governance of Production Cooperatives in Russian Agriculture // Annals of Public and Cooperative Economics. 2016. Vol. 87 (4). Pp. 541–562. DOI: 10.1111/apce.12123.
60. Cameron G., Rosado F. R. P., Mederos D. D. D. Agricultural Co-Operatives in Canada and Cuba: Trends, Prospects and Ways Forward // Environment, Development and Sustainability. 2020. No. 22. Pp. 643–660.
61. Morfi C., Nilsson J., Österberg H. Why Farmers Involve Themselves in Co-Operative District Councils // Annals of Public and Cooperative Economics. 2018. Vol. 89 (4). Pp. 581–598. DOI: 10.1111/apce.12206.
62. Nilsson J. Governance Costs and the Problems of Large Traditional Co-Operatives // Outlook on Agriculture. 2018. Vol. 47 (2). Pp. 87–92. DOI: 10.1177/0030727018761175.
63. Yu L., Huang W. Non-Economic Societal Impact or Economic Revenue? A Performance and Efficiency Analysis of Farmer Cooperatives in China // Journal of Rural Studies. 2020. Vol. 80. Pp. 123–134. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.010.
64. Zhang S., Wolz A., Ding Y. Is There a Role for Agricultural Production Cooperatives in Agricultural Development? Evidence from China // Outlook on Agriculture. 2020. Vol. 49 (3). Pp. 256–263. DOI: 10.1177/0030727020913283.
65. Zaimova D., Doitchinova J., Zheliazkov G. Transition and Agricultural Cooperatives in Bulgaria // CBU International Conference Proceedings. 2017. Vol. 5. Pp. 499–507. DOI: 10.12955/cbup.v5.974.
66. Wolz A., Mollers J., Micu M. M. Options for Agricultural Service Cooperatives in a Postsocialist Economy: Evidence from Romania // Outlook on Agriculture. 2020. Vol. 49 (1). Pp. 57–65. DOI: 10.1177/0030727019861973.
67. Campbell O. A., Olurinola I. O., Oluwatobi S., Emiola T. O. Cooperative Society and Employees' Welfare // International Journal of Current Research. 2017. Vol. 9 (5). Pp. 50050–50055.
68. Янбых Р. Г., Сарайкин В. А. Оценка деятельности сектора сельскохозяйственных потребительских кооперативов на основе анализа показателей финансовой отчетности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 12. С. 59–64.

69. Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Использование традиционной модели сельскохозяйственного кооператива в российской хозяйственной практике // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 6. С. 32–37. DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-6-32-37.
70. Cook M. L. A Life Cycle Explanation of Cooperative Longevity // Sustainability. 2018. Vol. 10 (5). P. 1586. DOI: 10.3390/su10051586.
71. Grashuis J. An Exploratory Study of Cooperative Survival: Strategic Adaptation to External Developments // Sustainability. 2018. Vol. 10 (3). P. 652. DOI: 10.3390/su10030652.
72. Головина С. Г., Смирнова Л. Н. Возможности использования новых моделей кооперативов в аграрной экономике России // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. 2020. Т. 6. № 1 (21). С. 322–344. DOI: 10.21684/2411-7897-2020-6-1-322-344.

Об авторах:

Светлана Георгиевна Головина¹, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник института аграрно-экологических проблем и управления сельским хозяйством, ORCID 0000-0002-1157-8487, AuthorID 149863; +7 909 146-40-64, kkrav84@mail.ru

Лидия Николаевна Смирнова², ведущий научный сотрудник НИИ «Изучение проблем АПК», ORCID 0000-0002-7991-0802, AuthorID 904486; +7 912 212-68-17, lidia-1311@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

² Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева, Лесниково, Россия

Agricultural cooperation in the conditions of new challenges and threats: from theoretical discussion to economic practice

S. G. Golovina¹✉, L. N. Smirnova²

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Lesnikovo, Russia

✉E-mail: kkrav84@mail.ru

Abstract. In the current socio-economic, political and institutional conditions, primarily in the context of new challenges and threats (such as sanctions restrictions, natural disasters, epidemics and pandemics), which determine high instability in the activities of agricultural producers, particular importance in the development of the agricultural economy, rural communities and rural areas moves to agricultural cooperation. As retrospective studies prove, agricultural cooperatives always become particularly popular in the most difficult periods for agriculture (and the economy as a whole), extremely actualizing at this time the corresponding theoretical and applied research. The study and analysis of scientific works concerning current state of agricultural cooperation, its problems and potential in improving of agricultural production and harmonious development of rural areas allows us to conclude that, Despite the presence (in the review materials presented to the scientific community) of the evolution of cooperative thought and generalizing discussions on the theory of cooperation descriptions, the achievements of recent years, nevertheless, did not find a detailed reflection in them. **The purpose** of this work is to summarize the most meaningful results of world-class research on the activities of agricultural cooperatives in a fluctuating (sometimes turbulent) environment, which are relevant (and acceptable) for the development of Russian cooperative practices in the face of existing challenges and threats. **Results.** A survey-analytical study, the results of which are presented in this article, made it possible (through a thorough analysis of the achievements of the cooperative theory over the past five years) to formulate and scientifically substantiate the main components of a new (integrated, interdisciplinary) approach to the development of Russian agricultural cooperation in the current institutional and market context, the basic elements of which are (1) taking into account the peculiarities of the socio-economic and institutional environment, (2) the multifunctionality of cooperative activities, (3) the specifics of ways to create cooperatives in different countries and spheres of activity, (4) the limitations of traditional and the prospects of new organizational models of agricultural cooperatives. **Scientific novelty.** The article offers a detailed review of foreign and Russian studies on various aspects of agricultural cooperation, notable by a rich history and comprehensive discussions, substantiated a new concept for the development of modern agricultural cooperatives, formulated conclusions that have theoretical novelty and applied value for use in domestic economic practice.

Keywords: theory of cooperation, agricultural cooperative, socio-economic environment, institutional and market conditions, challenges and threats, literature review.

For citation: Golovina S. G., Smirnova L. N. Sel'skokhozyaystvennaya kooperatsiya v usloviyakh novykh vyzovov i ugroz: ot teoreticheskikh diskussiy k khozyaystvennoy praktike [Agricultural cooperation in the conditions of new challenges and threats: from theoretical discussion to economic practice] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 04 (207). Pp. 71–88. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-71-88. (In Russian.)

Date of paper submission: 27.03.2021, **date of review:** 08.04.2021, **date of acceptance:** 26.04.2021.

References

1. Illiopoulos C., Cook M. L., Chadad F. Agricultural Cooperatives in Netchains // Journal of Chain and Network Science. 2016. Vol. 16 (1). Pp. 1–6. DOI: 10.3920/JCNS2016.x003.
2. Liang Q., Hendrikse G. Pooling and the Yardsticks Effect of Cooperatives // Agricultural Systems. 2016. Vol. 143. Pp. 97–105. DOI: 10.1016/j.agsy.2015.12.004.
3. Ménard C. Organization and Governance in the Agrifood Sector: How Can We Capture Their Variety? // Agribusiness. 2018. Vol. 34 (1). Pp. 142–160. DOI: 10.1002/agr.21539.
4. Grashuis J., Cook M. L. A Structural Equation Model of Cooperative Member Satisfaction and Long-term Commitment // International Food and Agribusiness Management Association. 2019. Vol. 22 (2). Pp. 247–263. DOI: 10.22434/IFAMR2018.0101.
5. Iliopoulos C., Valentinov V. Member Preference Heterogeneity and Systemlifeworld Dichotomy in Cooperatives: An Exploratory Case Study // Journal of Organizational Change. Management. 2017. Vol. 30 (7). Pp. 1063–1080. DOI: 10.1108/JOCM-12-2016-0262.
6. Sobolev A. V., Brilon A. V., Ermilov M. M. Kooperatsiya v fokuse issledovateley: kooperativnaya model', povedenie i strategiya [Cooperation in the Focus of Researchers: Cooperative Model, Behavior and Strategy] // Fundamental and Applied Researches of the Cooperative Sector of the Economy. 2019. No. 3. Pp. 31–42. (In Russian.)
7. Puusa A., Hokkila K., Varis A. Individuality vs. Communitality – A New Dual Role of Co-operatives? // Journal of Co-operative Organization and Management. 2016. Vol. 4 (1). Pp. 22–30. DOI: 10.1016/j.jcom.2016.02.002.
8. Briggeman B. C., Jacobs K. L., Kenkel P., McKee G. J. Current Trends in Cooperative Finance // Agricultural Finance Review. 2016. Vol. 76 (3). Pp. 402–410. DOI: 10.1108/AFR-04-2016-0034.
9. Grashuis J. A Quantile Regression Analysis of Farmer Cooperative Performance // Agricultural Finance Review. 2018. Vol. 78 (1). Pp. 65–82. DOI: 10.1108/AFR-05-2017-0031.
10. Bijman J., Muradian R., Schuurman J. (eds.) Cooperatives, Economic Democratization and Rural Development. Edward Elgar Pub. Ltd., Cheltenham, UK, 2016. 310 p.
11. Kustepeli Y., Gulcan Y., Yercan M. et al. The Role of Agricultural Development Cooperatives in Establishing Social Capital // The Annals of Regional Science. Published online 20 January 2020. DOI: 10.1007/s00168-019-00965-4.
12. Roth S., Valentinov V., Kaivo-oja J., Dana L.-A. Multifunctional Organisation Models: A Systems – Theoretical Framework for New Venture Discovery and Creation // Journal of Organizational Change Management. 2018. Vol. 31 (7). Pp. 1383–1400. DOI: 10.1108/JOCM-05-2018-0113.
13. Grashuis J. An Exploratory Study of Ownership and Governance Interrelationships in Traditional and Hybrid Farmer Cooperatives // Managerial and Decision Economics. 2018. Vol. 39 (6). Pp. 664–673. DOI: 10.1002/mde.2936.
14. Grashuis J., Cook M. L. An Examination of New Generation Cooperatives in the Upper Midwest: Successes, Failures, and Limitations // Annals of Public and Cooperative Economics. 2018. Vol. 89(4). Pp. 623–644. DOI: 10.1111/apce.12211.
15. Haddad N. O., Ton G., Sraïri M. T., Bijman J. Organisational Challenges of Moroccan Dairy Cooperatives and the Institutional Environment // International Journal on Food System Dynamics. 2017. Vol. 8 (3). Pp. 236–249. DOI: 10.18461/ijfsd.v8i3.835.
16. Hakelius K., Nilsson J. The Logic behind the Internal Governance of Sweden's Largest Agricultural Cooperatives // Sustainability. 2020. Vol. 12 (21). P. 9073. DOI: 10.3390/su12219073.
17. Royer A., Bijman J., Abebe G. K. Cooperatives, Partnerships and the Challenges of Quality Upgrading: A Case Study from Ethiopia // Journal of Co-operatives Organization and Management. 2017. Vol. 5 (1). Pp. 48–55. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.04.001.
18. Cook M. L., Grashuis J. Theory of Cooperatives: Recent Developments. In: Routledge Handbook of Agricultural Economics. New York, NY: Routledge, 2018. Pp. 372–392.
19. Grashuis J., Su Y. A Review of the Empirical Literature on Farmer Cooperatives: Performance, Ownership and Governance, Finance, and Member Attitude // Annals of Public and Cooperative Economics. 2018. Vol. 90 (1). Pp. 77–102. DOI: 10.1111/apce.12205.
20. Snyder H. Literature Review as A Research Methodology: An Overview and Guidelines // Journal of Business Research. 2019. Vol. 104. Pp. 333–339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
21. Palmatier R. W., Houston M. B., Hulland J. Review Articles: Purpose, Process, and Structure // Journal of the Academy of Marketing Science. 2018. Vol. 46. Pp. 1–5. DOI: 10.1007/s11747-017-0563-4.

22. Golovina S. G., Smirnova L. N. Nauchno-prakticheskie rekomendatsii po ispol'zovaniyu mezhdunarodnogo opyta razvitiya sel'skokhozyaystvennoy kooperatsii v otechestvennoy khozyaystvennoy praktike [Scientific and Practical Recommendations on the Use of International Experience in the Development of Agricultural Cooperation in Domestic Economic Practice]. Kurgan: Izd-vo KGSKhA, 2020. 273 p. (In Russian.)
23. Grashuis J., Cook M. L. Farmer Cooperatives as Systems of Attributes: An Analysis of Ownership and Investment Complementarities // Hendrikse G. W. J., Cliquet G., Ehrmann T., Windsperger J. (eds.) Management and Governance of Networks: Franchising, Cooperatives, and Strategic Alliances. Springer International Publishing: New York (NY, USA). 2017. Pp. 131–147. DOI: 10.1007/978-3-319-57276-5_8.
24. Antonova M. P., Potapova A. A. Sozдание kooperativov po printsipu top-down: potentsial'nye oshibki [Development of Cooperative Farming: Pattern Leads to Haulers] // Russian Economic Developments. 2019. Vol. 26. (7). Pp. –56–64. (In Russian.)
25. Saraykin V. A., Yanbykh R. G. Analiz ustoychivosti kooperativnoy formy khozyaystvovaniya agrarnogo sektora Rossii v kontekste institutsional'noy teorii firmy [Sustainability Analysis of the Cooperative Form in Russian Agrarian Sector Under Institutional Theory of the Firm Context] // St Petersburg University Journal of Economic Studies. 2019. Vol. 35 (2). Pp. 251–268. DOI: 10.21638/spbu05.2019.204. (In Russian.)
26. Sobolev A. V., Pakhomov V. M., Rykalin A. S. Sel'skokhozyaystvennye kooperativy: institutsional'nyy i regional'nyy podtekst [Agricultural Cooperatives: Institutional and Regional Subtext] // Fundamental and Applied Researches of the Cooperative Sector of the Economy. 2020. No. 1. Pp. 90–100. (In Russian.)
27. Golovina S., Antonova M., Abilova E. Assessment of Agricultural Cooperatives' Performance in Russia: The Case of the Kurgan Region // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. 2020. Vol. 392. Pp. 370–376. DOI: 10.2991/assehr.k.200113.077.
28. Mugwagwa I., Bijman J., Trienekens J. Typology of Contract Farming Arrangements: A Transaction Cost Perspective // Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa. 2020. Vol. 59 (2). Pp. 169–187. DOI: 10.1080/03031853.2020.1731561.
29. Wolz A., Golovina S., Nilsson J., Hess S. Reviewing Changing Institutional Conditions for Private Farming in Russia // Outlook on Agriculture. 2016. Vol. 45 (2). Pp. 111–116. DOI: 10.1177/0030727016651214.
30. Hakelius K., Hansson H. Members' Attitudes towards Cooperatives and Their Perception of Agency Problems // International Food and Agribusiness Management Association. 2016. Vol. 19 (4). Pp. 1–14. DOI: 10.22434/IFAMR2015.0219.
31. Sokoli O., Doluschitz R. Cooperative Evolvement through Political Era / Epoch: Albanian's Case and Comparisons // Economics of Agriculture. 2019. Vol. 66 (1). Pp. 189–204. DOI: 10.5937/ekoPolj1901189S.
32. Yu L., Nilsson J. Social Capital and Financial Capital in Chinese Cooperatives // Sustainability. 2019. No. 11 (8). P. 2415. DOI: 10.3390/su11082415.
33. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian Farmers and their Prospects for Success // Post-Communist Economies. 2019. Vol. 31 (4). Pp. 48–499. DOI: 10.1080/14631377.2018.1537737.
34. Mwambi M., Bijman J., Mshenga P. Which Type of Producer Organization is (More) Inclusive? Dynamics of Farmers' Membership and Participation in the Decision-Making Process // Annals of Public and Cooperative Economics. 2020. Vol. 91 (2). Pp. 213–236. DOI: 10.1111/apce.12269.
35. Kontogeorgos A., Sergaki P., Chatzitheodoridis F. An Assessment of New Farmers' Perceptions about Agricultural Cooperatives // Journal of Developmental Entrepreneurship. 2017. Vol. 22 (1). Pp. 1750003(1)–1750003(13). DOI: 10.1142/S1084946717500030.
36. Saraykin V. A., Yanbykh R. G. Napravleniya sovershenstvovaniya organizatsii i effektivnogo razvitiya kooperatsii [Directions for improving the organization and effective development of cooperation] // APK: Ekonomika, Upravlenie. 2017. No. 6. Pp. 40–47. (In Russian.)
37. Medvedeva T. Assessment of Solvency and Financial Stability of Agricultural Consumer Cooperatives // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. 2019. Vol. 392. Pp. 331–335. DOI: 10.2991/assehr.k.200113.069.
38. Kurakin A., Visser O. Post-Socialist Agricultural Cooperatives in Russia: A Case Study of Top-Down Cooperatives in the Belgorod Region // Post-Communist Economies. 2017. Vol. 29 (2). Pp. 158–181. DOI: 10.1080/14631377.2016.1267974.
39. Bozhkov O. B., Nikulin A. M., Poleshchuk I. K. Sel'skaya kooperatsiya v Severnom Nechernozem'e: ofitsial'nye i neformal'nye praktiki [Agricultural cooperation in the Northern Non-Black-Earth Region: formal and informal practices] // RUDN Journal of Sociology. 2020. Vol. 20. No. 4. Pp. 889–904. DOI: 10.22363/2313-2272-2020-20-4-889-904. (In Russian.)
40. Deng W., Hendrikse G., Liang Q. Internal Social Capital and the Life Cycle of Agricultural Cooperatives // Journal of Evolutionary Economics. 2021. Vol. 31 (1). Pp. 1–23. DOI: 10.1007/s00191-020-00690-8.
41. Feng L., Friis A., Nilsson J. Social Capital among Members in Grain Marketing Cooperatives of Different Sizes // Agribusiness. 2016. Vol. 32 (1). Pp. 113–126. DOI: 10.1002/agr.21427.

42. Liang Q., Lu H., Deng W. Between Social Capital and Formal Governance in Farmer Cooperatives: Evidence from China // *Outlook on Agriculture*. 2018. Vol. 47 (1). Pp. 196–203. DOI: 10.1177/0030727018778603.
43. Buzdalov I. N. Vekovaya drama rossiyskoy kooperatsii (1917–2017) [The Age-Old Drama of Russian Cooperation (1917–2017)] // *Agro-Food Policy in Russia*. 2017. No. 5 (65). Pp. 2–10. (In Russian.)
44. Petrikov A. V. Adaptatsiya agroproduktov'stvennogo sektora k postpandemicheskoy real'nosti [Adaptation of the Agri-Foodsector to Post-Pandemic Reality] // *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*. 2020. Vol. 223. No. 3. Pp. 99–105. DOI: 10.38197/2072-2060-2020-223-3-99-105. (In Russian.)
45. Bijman J. Exploring the Sustainability of the Cooperative Model in Dairy: The Case of the Netherlands // *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (7). P. 2498. DOI: 10.3390/su10072498.
46. Yanbykh R. G., Gataulina E. A. Otsenka izmeneniya potentsiala sel'skokhozyaystvennoy potrebitel'skoy kooperatsii v molochnoy otrasli za desyat' let (2006–2016 gody) [Assessment of Change a Potential of Agricultural Consumer Cooperation in the Dairy Industry in Ten Years (2006–2016)] // *Fundamental and Applied Researches of the Cooperative Sector of the Economy*. 2019. No 1. Pp. 19–25. (In Russian.)
47. Hooks T., McCarthy O., Power C. Macken-Walsh A. A Co-operative Business Approach in a Values-based Supply Chain: A Case Study of a Beef Co-operative // *Journal of Co-operative Organization and Management*. 2017. Vol. 5. Iss. 2. Pp. 65–72. DOI: 10.1016/j.jcom.2017.10.001.
48. Li L., Guo H., Bijman J., Heerink N. The Influence of Uncertainty on the Choice of Business Relationships: The Case of Vegetable Farmers in China // *Agribusiness*. 2018. Vol. 34. Pp. 597–615. DOI: 10.1002/agr.21540.
49. Skevas T., Grashuis J. Technical Efficiency and Spatial Spillovers: Evidence From Grain Marketing Cooperatives in the Us Midwest // *Agribusiness*. 2020. Vol. 36. Pp. 111–126. DOI: 10.1002/agr.21617.
50. Zhong Z., Zhang C., Jia F., Bijman J. Vertical Coordination and Cooperative Member Benefits: Case Studies of Four Dairy Farmers' Cooperatives in China // *Journal of Cleaner Production* 2018. Vol. 172. Pp. 2266–2277. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.184.
51. Loretts E., Golovina S., Smirnova L. Functioning Field of Farm Enterprises in Russia: Uncertainty and Risks. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Digital Agriculture – Development Strategy» (ISPC 2019) // *Advances in Intelligent Systems Research*. 2019. Vol. 167. Pp. 470–475. DOI: 10.2991/ispc-19.2019.106.
52. Uzun V. Ya., Shagayda N. I. Otsenka vliyaniya institutsional'nykh i strukturnykh izmeneniy na razvitiye agrarnogo sektora Rossii [Evaluation of The Impact of Institutional and Structural Changes on the Development of the Russian Agricultural Sector] // *Voprosy ekonomiki*. 2019. No. 4. Pp. 39–58. DOI: 10.32609/0042-8736-2019-4-39-58. (In Russian.)
53. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Changes in Russia's Agrarian Structure: What Can We Learn from Agricultural Census? // *Russian Journal of Economics*. 2020. No. 6. Pp. 26–41. DOI: 10.32609/j.ruje.6.49746.
54. Golovina S. G., Loretts E. E., Smirnova L.N. Mnogofunktsional'nost' deyatel'nosti sel'skokhozyaystvennykh kooperativov [Multifunctionality of Agricultural Cooperatives Activities] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 3. Pp. 58–63. DOI: 10.32417/article_5ce405141f3952.34454910. (In Russian.)
55. Sobolev A., Kurakin A., Pakhomov V., Trotsuk I. Cooperation in Rural Russia: Past, Present and Future // *Universe of Russia*. 2018. Vol. 27 (1). Pp. 65–89. DOI: 10.17323/1811-038X-2018-27-1-65-89.
56. Šumylė D., Ribašauskienė E. Servitization of Lithuanian Agricultural Cooperatives // *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2017. Vol. 39 (4). Pp. 510–523. DOI: 10.15544/mts.2017.35.
57. Yanbykh R., Saraikin V., Lerman Z. Cooperative Tradition in Russia: A Revival of Agricultural Service Cooperatives? // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (6). Pp. 751–771. DOI: 10.1080/14631377.2019.1607439.
58. Iliopoulos C., Valentinov V. Cooperative Longevity: Why Are So Many Cooperatives So Successful? // *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (10). P. 3449. DOI: 10.3390/su10103449.
59. Nilsson J., Golovina S., Hess S., Wolz A. Governance of Production Cooperatives in Russian Agriculture // *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2016. Vol. 87 (4). Pp. 541–562. DOI: 10.1111/apce.12123.
60. Cameron G., Rosado F. R. P., Mederos D. D. D. Agricultural Co-Operatives in Canada and Cuba: Trends, Prospects and Ways Forward // *Environment, Development and Sustainability*. 2020. No. 22. Pp. 643–660.
61. Morfi C., Nilsson J., Österberg H. Why Farmers Involve Themselves in Co-Operative District Councils // *Annals of Public and Cooperative Economics*. 2018. Vol. 89 (4). Pp. 581–598. DOI: 10.1111/apce.12206.
62. Nilsson J. Governance Costs and the Problems of Large Traditional Co-Operatives // *Outlook on Agriculture*. 2018. Vol. 47 (2). Pp. 87–92. DOI: 10.1177/0030727018761175.
63. Yu L., Huang W. Non-Economic Societal Impact or Economic Revenue? A Performance and Efficiency Analysis of Farmer Cooperatives in China // *Journal of Rural Studies*. 2020. Vol. 80. Pp. 123–134. DOI: 10.1016/j.jrurstud.2020.08.010.
64. Zhang S., Wolz A. Ding Y. Is There a Role for Agricultural Production Cooperatives in Agricultural Development? Evidence from China // *Outlook on Agriculture*. 2020. Vol. 49 (3). Pp. 256–263. DOI: 10.1177/0030727020913283.
65. Zaimova D., Doitchinova J., Zheliazkov G. Transition and Agricultural Cooperatives in Bulgaria // *CBU International Conference Proceedings*. 2017. Vol. 5. Pp. 499–507. DOI: 10.12955/cbup.v5.974.

66. Wolz A., Mollers J., Micu M. M. Options for Agricultural Service Cooperatives in a Postsocialist Economy: Evidence from Romania // *Outlook on Agriculture*. 2020. Vol. 49 (1). Pp. 57–65. DOI:10.1177/0030727019861973.
67. Campbell O. A., Olurinola I. O., Oluwatobi S., Emiola T. O. Cooperative Society and Employees' Welfare // *International Journal of Current Research*. 2017. Vol. 9 (5). Pp. 50050–50055.
68. Yanbykh R. G., Saraykin V. A. Otsenka deyatel'nosti sektora sel'skokhozyaystvennykh potrebitel'skikh kooperativov na osnove analiza pokazateley finansovoy otchetnosti [The Evaluation of Agriculture Cooperative Sector Performance on the Base of the Analysis of their Financial Indicators] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2017. No. 12. Pp. 59–64. (In Russian.)
69. Golovina S. G., Smirnova L. N. Ispol'zovanie traditsionnoy modeli sel'skokhozyaystvennogo kooperativa v rossiyskoy khozyaystvennoy praktike [Using the Traditional Model of an Agricultural Cooperative in Russian Economic Practice] // *Economy of agricultural and processing enterprises*. 2020. No. 6. Pp. 32–37. DOI: 10.31442/0235-2494-2020-0-6-32-37. (In Russian.)
70. Cook M. L. A Life Cycle Explanation of Cooperative Longevity // *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (5). P. 1586. DOI: 10.3390/su10051586.
71. Grashuis J. An Exploratory Study of Cooperative Survival: Strategic Adaptation to External Developments // *Sustainability*. 2018. Vol. 10 (3). P. 652. DOI: 10.3390/su10030652.
72. Golovina S. G., Smirnova L. N. Vozmozhnosti ispol'zovaniya novykh modeley kooperativov v agrarnoy ekonomike Rossii [The Opportunities of New Cooperative Models Application in Russian Agricultural Economy] // *Tyumen State University Herald. Social, Economic, and Law Research*. 2020. Vol. 6. No. 1 (21). Pp. 322–344. DOI: 10.21684/2411-7897-2020-6-1-322-344. (In Russian.)

Authors' information:

Svetlana G. Golovina¹, doctor of economics, professor, chief researcher of the research institutes of agricultural and environmental problems and agricultural management, ORCID 0000-0002-1157-8487, AuthorID 149863; +7 909 146-40-64, kkav84@mail.ru

Lidiya N. Smirnova², candidate of pedagogical sciences, leading researcher of the research institute "Study of Agro-Industrial Complex Problems", ORCID 0000-0002-7991-0802, AuthorID 904486; +7 912 212-68-17, lidia-1311@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

² Kurgan State Agricultural Academy named after T. S. Maltsev, Lesnikovo, Russia

Перспективы расширения производства масличных культур в Уральском регионе

Н. В. Степных^{1✉}, Е. В. Нестерова¹, А. М. Заргарян¹

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: kniish@ketovo.zaaural.ru

Аннотация. Вследствие рыночных преобразований 90-х гг. в сельхозпредприятиях Уральского федерального округа произошел перекося в структуре посевных площадей в виде неоправданного увеличения доли зерновых культур, который разбалансировал сложившуюся систему севооборотов и организационно-экономическую устойчивость сельхозпроизводства. Один из путей устойчивого развития растениеводства – увеличение в структуре посевов высокорентабельных масличных культур, что позволяет повысить доходы сельхозпредприятий, рационально распределять время полевых работ и загруженность техники. **Цель** работы – изучить возможность повышения экономической устойчивости растениеводства в регионах Уральского федерального округа за счет расширения площади посевов масличных культур. Используются **методы** монографического, математического, статистического анализа данных из опубликованных официальных статистических источников, годовых отчетов сельхозпредприятий. **Новизна исследований** заключается в проведении анализа эффективности возделывания масличных культур в областях УрФО с учетом экономических и агротехнических условий последних лет и различным уровнем интенсификации. **Результаты** исследования показали, что увеличение доли масличных культур в структуре посевов позволяет лучше использовать агроклиматический потенциал различных регионов УрФО, особенно засушливых зон, а также стабилизировать экономику производства, учитывая повышение уровня цен на растительное масло и масличное сырье в 2019–2020 гг. Профицит масличного сырья позволяет расширять объемы экспорта. Однако для получения добавочной стоимости и создания новых рабочих мест следует увеличивать экспорт не маслосемян, а переработанного в регионе растительного масла. **Практическая ценность** работы заключается в экономически обоснованных рекомендациях для сельхозтоваропроизводителей УрФО по зональному расширению посевных площадей масличных культур: подсолнечника – в Курганской и Челябинской областях, рапса – в Свердловской и Тюменской, а также в северных районах Курганской и Челябинской, льна масличного – в Курганской и Челябинской областях. **Ключевые слова:** масличные культуры, лен, рапс, подсолнечник, посевные площади, урожайность, экономическая эффективность, рентабельность производства, экспорт.

Для цитирования: Степных Н. В., Нестерова Е. В., Заргарян А. М. Перспективы расширения производства масличных культур в Уральском регионе // Аграрный вестник Урала. 2021. № 05 (208). С. 89–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-89-102.

Дата поступления статьи: 01.04.2021, **дата рецензирования:** 09.04.2021, **дата принятия:** 19.04.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Вследствие рыночных преобразований в 90-е гг. прошлого века в сельском хозяйстве нашей страны резко сократилось поголовье животных и, как следствие, площади под кормовыми культурами, в структуре посевных площадей существенно увеличилась доля зерновых: в Уральском федеральном округе с 55 % в 1990 г. до 65 % в 2020 г., а в Курганской области – с 59 до 80 %. Все вместе негативно отразилось на состоянии отрасли растениеводства: нарушились севообороты, снизилось поступление на поля органических удобрений, возникла организационная напряженность на полевых работах в пиковые периоды (при посеве и уборке), появилась экономическая нестабильность работы сельхозпредприятий. Узкая зерновая специализация растениеводства снижает его

устойчивость и имеет агротехнические и организационно-экономические ограничения.

Эффективность сельхозпроизводства повышается при диверсификации севооборотов, возделывании достаточного количества различных адаптированных к условиям и высокорентабельных культур, т. к. они способны шире использовать местные почвенно-климатические ресурсы, стабилизировать общую продуктивность и доходность предприятия в разные годы. В таких севооборотах легче бороться с сорняками, болезнями и вредителями [1], [2].

В условиях резко континентального уральского климата с чередованием благоприятных и засушливых лет особенно важна роль засухоустойчивых культур с особым типом развития корневой системы, листовой поверхности и т. д., среди которых маслич-

ные занимают особое место. При этом производство масличных культур в Российской Федерации достаточно выгодно по сравнению с другими культурами: например, в 2018 г. рентабельность зерновых составила 25,6 %, а подсолнечника – 33,2 %, в 2019 г. – соответственно 29,1 и 36,1 % [21].

В условиях Уральского региона можно значительно повысить устойчивость растениеводства за счет расширения посевов таких культур, как подсолнечник, рапс, лен масличный. Этому способствует как активный потребительский спрос на них, так и то, что при их выращивании используются общие с зерновыми средства производства.

Кроме того, масличный подкомплекс играет важнейшую роль в устойчивом развитии АПК (в первую очередь как сектор переработки и повышения добавочной стоимости сырья). Увеличение несырьевого экспорта продуктов высокой степени переработки является одним из факторов роста и устойчивости российской экономики наряду с активизацией процессов импортозамещения [3].

Масличные культуры занимают второе место после зерновых в пищевом рационе человека, широко используются в животноводстве и для промышленных целей. Высокая питательная ценность и широкое использование этих культур, в том числе при производстве биодизеля (в первую очередь в странах ЕС), привели к значительному повышению мирового спроса и формированию благоприятных для производителей цен на продукцию.

Производство масличных культур в мире в 2020 г., по предварительным оценкам, достигло 595,5 млн тонн (маслосемян) [22], [23], в то время как еще в 1990 г. оно не превышало 65 млн т, в 1999 – 90 млн т [21], в 2005 г. – уже 353 млн т, а в 2010 г. – 453 млн т [4]. Такая активная динамика после 2000-х гг. связана с повышением потребления растительного масла во

всем мире, но в первую очередь – в Китае и Индии. В этот период мировое производство масла возросло почти на 40 %, а площади под масличными культурами – более чем на 20 % [5]. Основными странами – производителями масличного сырья в мире являются Индонезия, Малайзия, Украина, Аргентина, Россия, США, Бразилия, Канада, страны ЕС, Австралия, Китай. Наибольшая доля мирового растительного масла приходится (в порядке снижения) на пальмовое, соевое, рапсовое и подсолнечное масла [6].

Высокий спрос, экономическая эффективность и природно-климатические условия для выращивания масличных культур мотивировали сельхозпредприятия в нашей стране на расширение посевов таких культур, как подсолнечник, соя, рапс, в последние годы – льна масличного и некоторых других. Одновременно совершенствовались технологии их возделывания и повышались урожайность и валовой сбор.

В Уральском федеральном округе масличные являются высоковоластовыми культурами как для внутреннего, так и для внешнего рынка потребления. Наибольший прирост посевных площадей под масличными начался с 2011 г. (134 тыс. га), достигнув максимума (399 тыс. га) к 2019 г.

Потребление растительного масла населением без учета промышленного использования в УрФО составляет около 165 тыс. тонн в год, внутреннее же производство растительного масла, например, в 2018 г., составило 40 тыс. тонн, для розничной торговли и промышленного применения из других регионов было ввезено 176 тыс. тонн масла [24]. Очевидно, что в округе есть внутренний рынок сбыта растительного масла, который на сегодня занят преимущественно поставщиками из других регионов и, соответственно, потребность и возможность расширения посевов масличных культур внутри своего региона (таблица 1).

Таблица 1

Посевные площади масличных культур в Уральском федеральном округе, тыс. га

Регион	Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020
УрФО, вся посевная площадь, тыс. га		5129	5146	5159	5151	5143	5161
Масличные культуры		247	259	254	370	399	357
Процент масличных от всей посевной площади, %		4,8	5,0	4,9	7,2	7,8	6,9
Курганская область		71	77	75	130	123	116
Свердловская область		22	23	24	30	28	22
Тюменская область		68	55	43	49	41	22
Челябинская область		86	105	112	161	207	197

Источник данных: Федеральная служба государственной статистики [24].

Table 1

Acreage of oilseeds in the Ural Federal District, thousand hectares

Region	Years	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ural Federal District, total sown area, thousand ha		5129	5146	5159	5151	5143	5161
Oilseeds		247	259	254	370	399	357
Percentage of oilseeds from the total sown area, %		4.8	5.0	4.9	7.2	7.8	6.9
Kurgan region		71	77	75	130	123	116
Sverdlovsk region		22	23	24	30	28	22
Tyumen region		68	55	43	49	41	22
Chelyabinsk region		86	105	112	161	207	197

Data source: Federal State Statistics Service [24].

Несмотря на то что урожайность теплолюбивых масличных культур в Уральском регионе ниже средней по РФ (в среднем за 2015–2020 гг. 10,2 ц/га против 15,5 ц/га) (таблица 2), их возделывание, по данным сельхозпредприятий, рентабельно и эффективно.

Проведенный нами анализ данных сельхозпредприятий Курганской области с 2015 по 2019 гг. [23] показал, что рентабельность производства масличных была устойчиво выше рентабельности зерновых культур, в том числе пшеницы. Среди масличных культур в 2015–2017 гг. наибольшая рентабельность получена на рапсе – от 50,3 до 111,9 %, в 2018–2019 гг. на льне – 59,5–62,7 %.

В 2020 г. цены на масличные культуры росли быстрее (+ 36 %), чем на зерновые (+10 %), причем в УрФО уровень цен на рапс и подсолнечник к концу 2020 г. оказался наиболее высоким по сравнению с другими регионами РФ [23]. Это является хорошим

стимулом для увеличения их посевных площадей в регионе. Однако отношение сельхозтоваропроизводителей к возделыванию той или иной масличной культуры неоднозначно, что связано с особенностями технологии выращивания, уборки и хранения маслосемян, размером посевных площадей хозяйства для соблюдения севооборотов, экономическая отдача тесно связана с уровнем культуры земледелия, интенсификации производства и квалификации специалистов.

Целью настоящего исследования стал анализ научных и статистических данных, касающихся эффективности возделывания таких масличных культур, как подсолнечник, рапс яровой и лен масличный, в почвенно-климатических условиях УрФО при сложившейся ценовой ситуации на рынке для установления экономической целесообразности зонального расширения посевных площадей под ними.

Таблица 2
Урожайность масличных культур в РФ и Уральском федеральном округе, ц/га

Регион \ Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015–2020
РФ	13,8	14,9	15,2	15,7	17,5	16,1	15,5
УрФО	9,1	10,2	12,9	10,6	9,8	8,7	10,2
Курганская область	7,7	8,7	11,6	10,7	10,3	8,0	9,5
Свердловская область	13,3	11,7	15,5	10,2	11,9	13,8	12,7
Тюменская область	9,6	12,8	17,2	11,2	11,5	14,1	12,7
Челябинская область	8,6	9,6	11,6	10,3	8,8	7,8	9,5

Источник данных: Федеральная служба государственной статистики [24].

Table 2
Yield of oilseeds in the Russian Federation and the Ural Federal District, c/ha

Region \ Years	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2015–2020
Russian Federation	13.8	14.9	15.2	15.7	17.5	16.1	15.5
UrFO	9.1	10.2	12.9	10.6	9.8	8.7	10.2
Kurgan region	7.7	8.7	11.6	10.7	10.3	8.0	9.5
Sverdlovsk region	13.3	11.7	15.5	10.2	11.9	13.8	12.7
Tyumen region	9.6	12.8	17.2	11.2	11.5	14.1	12.7
Chelyabinsk region	8.6	9.6	11.6	10.3	8.8	7.8	9.5

Data source: Federal State Statistics Service [24].

Таблица 3
Посевные площади и урожайность подсолнечника в УрФО

Регион \ Годы	Посевная площадь, тыс. га				Урожайность, ц/га			
	2018	2019	2020	2018–2020	2018	2019	2020	2018–2020
УрФО	109	114	87	104	10,9	10,4	10,9	10,7
Курганская область	26	23	15	22	8,8	11,3	11,6	10,6
Челябинская область	83	91	72	82	11,6	10,2	10,7	10,8

Источник данных: Федеральная служба государственной статистики [24].

Table 3
Acreage and sunflower yield in the Ural Federal District

Region \ Years	Acreage, thousand ha				Yield, c/ha			
	2018	2019	2020	2018–2020	2018	2019	2020	2018–2020
Ural Federal District	109	114	87	104	10.9	10.4	10.9	10.7
Kurgan region	26	23	15	22	8.8	11.3	11.6	10.6
Chelyabinsk region	83	91	72	82	11.6	10.2	10.7	10.8

Data source: Federal State Statistics Service [24].

Методология и методы исследования (Methods)

В процессе исследования были использованы монографический, математический, статистический, аналитический и графический методы. Информационно-эмпирическая база для анализа экономической эффективности основана на открытых данных Федеральной службы государственной статистики, итогов испытания Госсорткомиссии, сводных отчетов сельхозпредприятий Департамента АПК Курганской области.

Результаты (Results)

Среди масличных культур наибольшее распространение имеет **подсолнечник**. Он занимает около 9 % в структуре мирового производства масличных культур и 60 % – российского.

Это теплолюбивая культура, требующая для оптимального роста и созревания сумму активных температур за вегетацию не менее 2200 °С и осадков не менее 250 мм. Большинство сортов подсолнечника представлено степным экотипом, который отличается устойчивостью к засухе и степным ветрам, но при этом – высокой холодостойкостью (всходы устойчивы к заморозкам до – 6 °С) и экологической пластичностью [1]. Подсолнечник – традиционно пропашная культура, но современные технологии прямого посева в последние годы адаптированы и под нее [7].

Основные производители подсолнечника (более 70 %) определены природно-климатическими особенностями своих сельхозземель: Украина, Российская Федерация, страны ЕС [8].

В Европе природные условия в меньшей степени благоприятны для расширения площадей подсолнечника, но в связи с меняющимся климатом перспективно его возделывание как засухоустойчивой культуры и источника собственного подсолнечного масла не только в южных, но и в северных широтах. Среди основных европейских производителей: Румыния, Испания, Франция, Болгария и Венгрия [9]. Разработка современных технологий возделывания подсолнечника в условиях засушливого земледелия европейских стран позволяет получать высокие экономические результаты [10].

Высокий спрос на маслосемена формирует благоприятный уровень цен, при котором возделывание подсолнечника становится высокорентабельным по сравнению с зерновыми, особенно в засушливые годы.

В связи с этим в мире и в России отмечается тренд постоянного роста посевных площадей подсолнечника. В современной РФ положительная динамика за 3 десятилетия достигла 3,1-кратного увеличения: от 2739 тыс. га в 1990 г. до 8545 тыс. га в 2020⁴ г. [11], [12].

Несмотря на климатический потенциал южных областей УрФО, в 2020 г. доля посевных площадей подсолнечника в структуре посевов здесь составляла в целом лишь 1,7 %, в Челябинской области – 3,7 %, в Курганской – 1,2 %, в то же время урожайность хоть и уступала в среднем по РФ, но, как правило, оправ-

дывала себя ценой реализации. За последние 3 года площадь посева подсолнечника в УрФО варьировала от 87 до 114 тыс. га, урожайность в среднем составила 10,7 ц/га (таблица 3)

Наибольшим потенциалом теплообеспеченности вегетационного периода в УрФО отличается Челябинская область. Урожайность подсолнечника здесь за последние 3 года составила 10,8 ц/га, а посевная площадь – 82 тыс. га. В Свердловской и Тюменской областях подсолнечник, как правило, не вызревает. В Курганской области агроклиматические условия и экономическая эффективность производства подсолнечника за ряд лет свидетельствуют не только о возможности, но и о целесообразности наращивания его посевных площадей, которые в среднем за 3 года не превышали 22 тыс. га. Максимальная посевная площадь подсолнечника в Курганской области составляла 42 тыс. га в 1999 г., однако уровень урожайности в среднем за 1996–2010 гг. здесь был 6 ц/га маслосемян. В последние 10 лет современные технологии возделывания подсолнечника позволяют получать в среднем по области 8–10 ц/га [24].

Повысить урожайность и выход масла при выращивании подсолнечника почти в 2 раза, а следовательно, и экономическую эффективность его возделывания, позволяют высокоинтенсивные технологии.

По данным отчетов сельхозпредприятий Курганской области, сгруппированных нами по уровню урожайности и вложенных затрат, в 2019 г. росту урожайности подсолнечника с 4,1 до 9,6 ц/га (в 2,3 раза) и прибыли с 2572 до 2801 руб. способствовало увеличение затрат, вложенных в интенсификацию производства подсолнечника с 6251 до 17858 руб/га (в 2,9 раза) (таблица 4).

В нашем анализе предприятий Курганской области отмечено: рентабельность с увеличением затрат снизилась с 41 до 16 %, что связано с диспаритетом цен на сельскохозяйственную продукцию и средства производства. Сохранить приемлемый уровень рентабельности производства могут только более высокие цены реализации продукции и более высокая урожайность культур при интенсификации.

Цена реализации пшеницы, требующей меньше вложений в производство, в 2019 г. оказалась достаточно благоприятной для получения рентабельности в сельхозпредприятиях на уровне 62 % при хорошей урожайности 19,5 ц/га. По ценам 2020 г. (в среднем около 3100 руб/ц) прибыль и рентабельность при производстве подсолнечника стали бы выше, чем яровой пшеницы: прибыль в хозяйствах первой группы (экстенсивной) составила бы от 6459, во второй – до 11 902, рентабельность – 67 % и 103 % соответственно (см. таблицу 4). В связи с этим расширению посевных площадей подсолнечника в Уральском регионе будет способствовать в первую очередь сохранение высокого уровня цены реализации подсолнечника, что определяет более высокую его доходность по сравнению с зерновыми.

Рапс – не менее ценная масличная культура, приобретающая в последние годы стратегическое значение из-за возможности получать из нее возобновляемое техническое сырье, широко используемое в промышленности и для переработки на биотопливо (биодизель). Из 1 тонны маслосемян рапса можно получить около 270 кг биодизельного топлива, потребность в импорте которого чрезвычайно высока в странах Европы, широко ориентированных на него [13].

Перспективы выращивания этой культуры в нашей стране оценены весьма положительно еще 15 лет назад [13], в этот период отмечен скачок роста ее посевных площадей. Если с 1990 по 2005 гг. площадь под посевами рапса в РФ варьировала от 130 до 250 тыс. га, то с 2006 г. начался динамичный рост его посевных площадей с 513 тыс. га и выше. За последние 10 лет его посевная площадь держится уровня более 1 млн га, достигнув максимума в 2018 и 2019 гг. – около 1,5 млн га⁴. По оценкам ВНИИ рапса, в целом по стране имеются реальные возможности довести посевные площади масличных капустных культур до 2 млн га, а в перспективе до 5–6 млн га [14]. Урожайность ярового рапса современных гибридов достигает при благоприятных условиях 25–30 ц/га [15].

Валовой сбор рапса в мире увеличился с 25 млн тонн в 1990 г. до более 70 млн тонн в последние годы. Неурожай рапса в странах ЕС, Украине и Австралии в 2020 г., вероятнее всего, отразится на повышении спроса на эту культуру. В России, несмотря на засуху, в 2020 г. во многих регионах собрано почти на 500 тыс. тонн маслосемян рапса больше, чем в 2019 г., что может открыть дополнительные возможности и рынки для экспорта маслосемян и рапсового масла.

В Уральском федеральном округе посевная площадь рапса в среднем за последние 3 года составила 97 тыс. га при урожайности 12,3 ц/га (таблица 5).

Наиболее благоприятны для выращивания влаголюбивого рапса агроклиматические условия Свердловской и Тюменской областей, где урожайность в среднем за 3 года составила соответственно 14,2 и 12,6 ц/га, особенно по сравнению с более засушливыми условиями Курганской и Челябинской областей (11,8 и 8,6 ц/га соответственно) (см. таблицу 5). В то же время посевные площади рапса в Курганской области в 2018 г. были на уровне с Тюменской при урожайности на 1,5–2,0 ц/га выше, чем в Свердловской и Тюменской областях.

Таблица 4

Экономическая эффективность выращивания яровой пшеницы и подсолнечника в сельхозпредприятиях Курганской области в 2019 г.

Показатель	Пшеница яровая	Подсолнечник			
		Группа по уровню урожайности и интенсификации			
		1*	2	1	2
Урожайность, ц/га	19,5	4,1	9,6	При цене реализации 2020 г.	
Число хозяйств в группе	149	14	14		
Площадь посева, га	2876	636	865		
Затраты на 1 га, руб.	12 366	6251	17 858		
Себестоимость, руб/ц	634	1541	1870		
Цена, руб/ц	1029	2152		3100	
Стоимость зерна (маслосемян), руб/га	20 068	8823	20 659	12 710	29 760
Прибыль, руб/га	7703	2572	2801	6459	11 902
Рентабельность, %	62	41	16	103	67

Примечание. * 1 – экстенсивный, 2 – интенсивный уровень технологии.

Источник данных: сводные отчеты сельхозпредприятий Курганской области [25].

Table 4

Economic efficiency of growing spring wheat and sunflower in agricultural enterprises of the Kurgan region in 2019

Indicator	Spring wheat	Sunflower			
		Group by yield level and intensification			
		1*	2	1	2
Yield, c/ha	19.5	4.1	9.6	At the implementation price of 2020	
Number of farms in the group	149	14	14		
Sowing area, ha	2876	636	865		
Costs per 1 ha, rub	12 366	6251	17 858		
Cost price, rub/c	634	1541	1870		
Price, rub/c	1029	2152		3100	
The cost of grain (oilseeds), RUB / ha	20 068	8823	20 659	12 710	29 760
Profit, rub/ha	7703	25 72	2801	6459	11 902
Profitability, %	62	41	16	103	67

Note. * 1 – extensive, 2 – intensive level of technology.

Data source: summary reports of agricultural enterprises of the Kurgan region [25].

Таблица 5

Посевные площади и урожайность рапса в УрФО в 2018–2020 гг.

Регион \ Годы	Посевная площадь, тыс. га				Урожайность, ц/га			
	2018	2019	2020	2018–2020	2018	2019	2020	2018–2020
УрФО	137	100	53	97	11,4	11,7	13,7	12,3
Курганская область	49	33	13	32	12,6	10,8	11,9	11,8
Свердловская область	20	14	14	16	10,7	15,8	16,1	14,2
Тюменская область	49	37	20	35	11,2	12,2	14,4	12,6
Челябинская область	19	15	7	14	9,2	7,2	9,3	8,6

Источник данных: Федеральная служба государственной статистики [24].

Table 5

Acreage and rapeseed yield in the Ural Federal District in 2018–2020

Region \ Years	Acreage, thousand ha				Yield, c/ha			
	2018	2019	2020	2018–2020	2018	2019	2020	2018–2020
Ural Federal District	137	100	53	97	11.4	11.7	13.7	12.3
Kurgan region	49	33	13	32	12.6	10.8	11.9	11.8
Sverdlovsk region	20	14	14	16	10.7	15.8	16.1	14.2
Tyumen region	49	37	20	35	11.2	12.2	14.4	12.6
Chelyabinsk region	19	15	7	14	9.2	7.2	9.3	8.6

Data source: Federal State Statistics Service [24].

Таблица 6

Экономическая эффективность выращивания яровой пшеницы и рапса в зависимости от уровня интенсификации производства в сельхозорганизациях Курганской области в 2019 г.

Показатель	Пшеница яровая	Рапс			
		Группа по уровню урожайности, соответствующая уровню интенсификации			
		1*	2	1	2
Урожайность, ц/га	19,5	4,5	9,7	При цене реализации 2020 г.	
Число хозяйств в группе	149	14	14		
Площадь посева, га	2876	582	857		
Затраты на 1 га, руб.	12366	6925	18009		
Себестоимость, руб/ц	634	1544	1862		
Цена, руб/ц	1029	1932		3100	
Стоимость зерна (маслосемян), руб/га	20 068	8694	18 740	13 950	30 070
Прибыль, руб/га	7703	1769	731,4	7025	12061
Рентабельность, %	62,3	25,5	4,1	101,4	67,0

Примечание. * 1 – экстенсивный, 2 – интенсивный уровень технологии.

Источник данных: сводные отчеты сельхозпредприятий Курганской области [25].

Table 6

Economic efficiency of growing spring wheat and rapeseed depending on the level of production intensification in agricultural organizations of the Kurgan region in 2019

Indicator	Spring wheat	Rapeseed			
		Group by yield level and intensification			
		1*	2	1	2
Yield, c/ha	19,5	4,5	9,7	At the implementation price of 2020	
Number of farms in the group	149	14	14		
Sowing area, ha	2876	582	857		
Costs per 1 ha, rub	12366	6925	18009		
Cost price, rub/c	634	1544	1862		
Price, rub/c	1029	1932		3100	
The cost of grain (oilseeds), rub/ha	20 068	8694	18 740	13 950	30 070
Profit, rub/ha	7703	1769	731,4	7025	12061
Profitability, %	62.3	25.5	4.1	101.4	67.0

* 1 – extensive, 2 – intensive level of technology.

Data source: summary reports of agricultural enterprises of the Kurgan region [25].

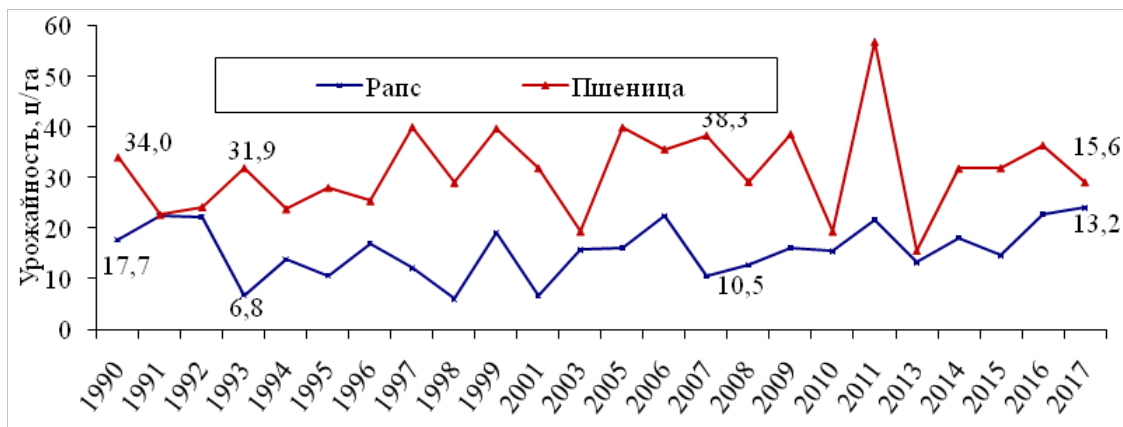


Рис. 1. Урожайность пшеницы и рапса на Далматовском ГСУ [27]

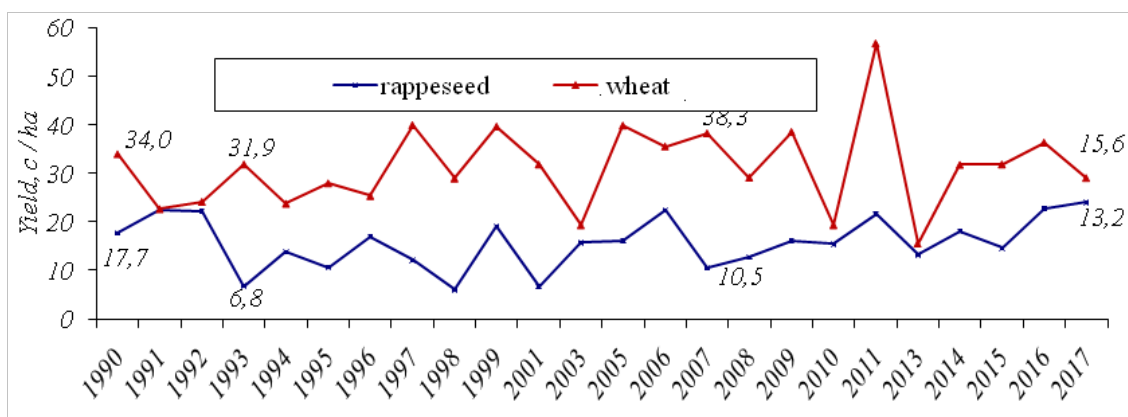


Fig. 1. Yield of wheat and rapeseed at the Dalmatov state variety plot [27]

Стимулировала зауральских аграриев наращивать темпы роста площадей под рапсом возможность стабилизировать объемы производства и доходы сельхозпредприятий, повысить устойчивость растениеводства, так как культуры по-разному реагируют на погодные условия. По данным Далматовского ГСУ, в 62 % лет урожайность пшеницы и рапса в зависимости от погодных условий изменялась в разных направлениях, то есть когда урожайность у пшеницы повышалась, у рапса – снижалась, и наоборот (рис. 1).

Однако сильнейшая эпизоотия капустной моли в 2018 и 2019 гг. вынудила сельхозтоваропроизводителей сократить площади под этой культурой, ставшей ощутимо менее рентабельной после 5–8-кратных инсектицидных химобработок. Дело в том, что к недостаткам рапса как культуры для возделывания относятся подверженность вредителям, которые без мер борьбы могут существенно снизить урожай и даже полностью уничтожить его посевы. К примеру, в опытах Курганского НИИСХ в условиях центральной зоны Курганской области поражение рапса капустной молью в 2019 г. привело к потере урожая до 70 % и отрицательной рентабельности его производства по сравнению с благоприятными годами исследований [16].

Проведенный нами анализ данных эффективности растениеводства в сельхозпредприятиях Курганской области показал, что повышение интенсификации технологий выращивания рапса на фоне диспаритета цен на ресурсы и получаемую продукцию дает

неоднозначные результаты, особенно это заметно в последние годы. Все хозяйства были разделены на 2 группы по уровню урожайности и затрат на интенсификацию производства. В 2018 г. в хозяйствах, вкладывающих в интенсивные технологии в среднем 18521 руб/га (вторая группа), по сравнению с группой с экстенсивным производством рапса с затратами 6036 руб/га (первая группа), урожайность рапса возросла с 7,0 до 14,8 ц/га, но этот рост оказался меньше, чем повышение затрат. В результате прибыль повысилась с 5091 до 9185 руб/га, но рентабельность снизилась с 84 % до 50 %. Это привело к тому, что посевные площади под рапсом на следующий год сократились с 49 до 33 тыс. га, несмотря на то, что цена реализации варьировала в этот год от 1594 до 1872 руб/ц маслосемян, что в 1,5 раза выше по сравнению с яровой пшеницей.

В 2019 г. цена рапса еще несколько повысилась и составила в среднем 1932 руб/ц, однако в связи с массовым поражением рапса капустной молью эффективность его выращивания резко снизилась. При увеличении затрат с 6925 до 18 009 руб/га урожайность повысилась с 4,5 до 9,7 ц/га и аналогично с 2018 г. выросли себестоимость с 1544 до 1862 руб/ц и прибыль – с 1744 до 1867 руб/га, но рентабельность снизилась с 25 до 4,1 % (таблица 6). Если в первой группе предприятий низкая рентабельность связана с низкой урожайностью, то во второй группе хозяйства получили существенную прибавку урожайности, но слишком дорогой ценой – количество обработок ин-

сектицидами доходило до 5–8. Из-за этого посевная площадь рапса в Курганской области в 2020 г. сократилась до 7 тыс. га (см. таблицу 5). В то же время при сформировавшихся ценах 2020 года (в среднем 3100 руб/ц маслосемян рапса) даже с такой низкой урожайностью в хозяйствах, как в 2019 г., экономическая эффективность выращивания рапса была бы на уровне 101 и 67 % (таблица 6). Высокая закупочная цена на маслосемена рапса может определить эффективность его производства даже при высоких затратах.

Экономической оценкой результатов научных исследований курганских ученых установлено, что рентабельное возделывание рапса при средних рыночных ценах на средства производства и стоимости 1 т маслосемян 19 тыс. рублей (на момент расчетов) и постоянных затратах возможно только при уровне урожайности не ниже 7–8 ц/га. При средней за 2010–2019 гг. исследований урожайности рапса в научном стационаре 12–16 ц/га рентабельность производства при введении в четырехпольный зернопаровой севооборот рапса повышалась на 20 % [16].

Для сохранения достаточного и стабильного уровня рентабельности производство рапса при различных ценах на маслосемена важно повышать урожайность культуры, соблюдая не только меры защиты от вредных объектов, но и другие биологические и агротехнические требования ее выращивания. Например, в Западной Сибири причиной низкой урожайности ярового рапса часто оказывается нарушение технологии уборки [17]. Один из ключевых элементов технологии возделывания рапса – выбор сорта. По данным уральских ученых, в условиях Свердловской области современные сорта рапса способны формировать урожайность не менее 18–22 ц/га, а в благоприятные годы – до 28–30 ц/га, ряд гибридов могут обеспечить продуктивность свыше 35 ц/га [12].

Таким образом, расширение посевных площадей рапса в Тюменской, Свердловской и Курганской областях с учетом внедрения экономически эффектив-

ных технологий с посевом районированных, то есть испытанных и адаптированных к местным условиям, сортов и гибридов с учетом готовности предприятий к проведению профилактических и оперативных мер защиты растений от вредителей, болезней и сорняков целесообразно и экономически обосновано.

Лен масличный в последние годы в России, в том числе в регионах Урала, становится все более популярной и рентабельной культурой. Благодаря ранним срокам сева, короткому периоду вегетации (до 90 дней) и отсутствию накопленных в регионе серьезных патогенов лен масличный достаточно привлекателен для возделывания: является хорошим предшественником, используется как страховая культура при гибели озимых после перезимовки, созревает сразу после колосовых, при этом устойчив к осыпанию, что позволяет рационально использовать уборочную технику. Уровень цен на лен стабильно высокий как на внутреннем, так и на мировом рынках. Короткий период вегетации не только сокращает природные риски недополучения урожая, но и позволяет хозяйствам получить денежную выручку от реализации льна уже в августе [18].

Несмотря на меньшую популярность льняного масла в России, еще не так давно наша страна была крупным льносеющим регионом в мире. В 1913 г. общая площадь под этой культурой достигала 400 тыс. га, но затем по ряду причин существенно сократилась. В 1995 г. площади под масличным льном в России составляли лишь около 5 тыс. га. Однако учащение летних засух во многих регионах заставило вновь вспомнить о засухоустойчивом льне. Эта культура всегда была привлекательна ранним созреванием и неприхотливостью к условиям выращивания. В 2005 г. площади в стране составили 31 тыс. га. Расширение посевных площадей льна масличного в РФ наиболее заметно началось с 2007 г., когда он был посеян на 146 тыс. га с активным ежегодным приростом, достигнув к 2020 г. площади по-

Таблица 7
Посевные площади льна масличного в УрФО в 2014–2020 гг., тыс. га

Регион \ Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
УрФО	3,7	22,6	47,1	55,9	107,4	162,2	203,4
Курганская область	3,2	15,3	26,7	28,3	51,9	62,5	85,0
Свердловская область	–	0,1	0,1	4,8	5,9	5,4	6,2
Тюменская область	0,5	0,3	–	0,1	–	2,5	1,8
Челябинская область	–	7,0	20,3	22,6	49,6	91,8	110,5

Источник данных: Федеральная служба государственной статистики [24].

Table 7
Acreage of oilseed flax in the Ural Federal District in 2014–2020, thousand hectares

Region \ Years	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ural Federal district	3.7	22.6	47.1	55.9	107.4	162.2	203.4
Kurgan region	3.2	15.3	26.7	28.3	51.9	62.5	85.0
Sverdlovsk region	–	0.1	0.1	4.8	5.9	5.4	6.2
Tyumen region	0.5	0.3	–	0.1	–	2.5	1.8
Chelyabinsk region	–	7.0	20.3	22.6	49.6	91.8	110.5

Data source: Federal State Statistics Service [24].

сева более 1 млн га. Льняное масло получило большую популярность, особенно в странах ЕС и Китае, благодаря тому, что его стали шире использовать как очень полезное в пищевых целях, как лекарственное в медицине, а также как сырье для промышленности, например, для производства линолеума. В России его потребление не так популярно, поэтому лен в основном производится на экспорт. Доля льняного масла в РФ в 2019 г. составила 0,7 % в общем экспорте растительного масла.

Засухоустойчивость льна имеет большое значение для зауральского климата, в первую очередь территорий Южного Урала. В первые 15–20 дней после всходов в фазе «елочки» (до 5–6 пар листьев) стебель льна растет очень медленно, а корень – интенсивно. Корневая система обладает повышенной способностью поглощать воду из почвы. Это помогает пережить засуху в начальные фазы (как у подсолнечника). Потребность в воде возрастает в период от бутонизации до конца цветения [19].

Увеличение посевных площадей льна масличного на Урале наиболее активно началось с 2015 г. Эффективность его возделывания отражается в четкой по-

ложительной динамике: с 2014 по 2020 гг. его посевы в Курганской области увеличились в 5,6 раза (с 15 до 84,4 тыс. га), в Челябинской – в 14,6 раза (таблица 7).

Для выращивания льна масличного на Урале наиболее оптимальные агроклиматические условия складываются в Курганской и Челябинской областях, в которых целесообразно и дальше наращивать посевные площади этой культуры, хотя возможно и в Свердловской области, так как сумма необходимых среднесуточных температур за вегетацию для созревания льна составляет лишь 1600–1800 °С, что здесь вполне достижимо.

При выращивании масличного льна окупаемость дополнительных затрат выше, чем на подсолнечнике или рапсе, и из года в год превосходит эффективность возделывания яровой пшеницы. Анализ данных сельхозпредприятий Курганской области показал эффективность интенсификации производства льна: при увеличении затрат на один гектар посева с 3237 до 15 378 рублей, или в 4,8 раза, в 2019 г. урожайность повысилась с 4,8 до 9,4 ц/га (в 2,8 раза), прибыль возросла с 3906 до 11 433 руб/га (в 2,9 раза). Рост цен на лен масличный в 2020 г. (взяты средние цены к

Таблица 8
Экономическая эффективность выращивания льна масличного в сельхозпредприятиях Курганской области в 2019 г. в зависимости от уровня интенсификации

Показатель	Пшеница яровая	Лен масличный					
		Группа по уровню урожайности, соответствующая уровню интенсификации					
		1*	2	3	1	2	3
Урожайность, ц/га	19,5	4,8	7,6	13,3	При цене реализации 2020 года		
Число хозяйств в группе	149	16	16	16			
Площадь посева, га	2876	422	938	914			
Затраты на 1 га, руб.	12 366	3237	8904	15 378			
Себестоимость, руб/ц	634	671	1179	1154			
Цена, руб/ц	1029	1957			2800		
Стоимость зерна (маслосемян), руб/га	20 068	9394	14 776	26 760	13 440	21 141	37 240
Прибыль, руб/га	7703	6157	5959	11 382	10 203	12 237	21 862
Рентабельность, %	62	190	66	74	315	137	142

Примечание. * 1 – экстенсивный, 2 – средней интенсивности, 3 – интенсивный уровень технологии.

Источник данных: сводные отчеты сельхозпредприятий Курганской области [25].

Table 8
Economic efficiency of growing oilseed flax in agricultural enterprises of the Kurgan region in 2019, depending on the level of intensification

Indicator	Spring wheat	Oilseed flax					
		Group by yield level and intensification					
		1*	2	3	1	2	3
Yield, c/ha	19.5	4.8	7.6	13.3	At the implementation price of 2020		
Number of farms in the group	149	16	16	16			
Sowing area, ha	2876	422	938	914			
Costs per 1 ha, rub.	12 366	3237	8904	15 378			
Cost price, rub/c	634	671	1179	1154			
Price, rub/c	1029	1957			2800		
The cost of grain (oilseeds), rub/ha	20 068	9394	14 776	26 760	13 440	21 141	37 240
Profit, rub/ha	7703	6157	5959	11 382	10 203	12 237	21 862
Profitability, %	62	190	66	74	315	137	142

* 1 – extensive, 2 – medium intensity, 3 – intensive technology level.

Data source: summary reports of agricultural enterprises of the Kurgan region [25].

моменту уборки в 2020 г.) позволяет не только расширять его посевы, но и интенсифицировать его производство на существующих площадях: это позволяет получать больше прибыли, эффективнее использовать средства производства (таблица 8).

Экономический анализ челябинских ученых также показал, что возделывание масличного льна в различных типах хозяйств области даже при крайне низкой урожайности около 6 ц/га при складывающейся цене реализации льносемян 25 тыс. руб/т (на момент анализа) и затратах 12–13 тыс. руб/га достаточно рентабельно (20 %). При урожайности 10 ц/га рентабельность достигает 100 %. При благоприятно складывающихся погодных и агротехнических факторах урожайность может быть 25–27 ц/га [20].

Наблюдается постепенное расширение посевных площадей льна масличного и в более северных областях УрФО. Так, до 2015 г. в Свердловской области он практически нигде не возделывался, кроме полевых опытов Уральского НИИСХ и в производственных испытаниях в некоторых сельхозпредприятиях [12]. К 2020 г. площадь под этой культурой, способной формировать в условиях Среднего Урала 20 ц/га и выше, достигла 6,2 тыс. га⁴.

Диверсификация посевных площадей за счет масличных культур и дальнейшее расширение площади их посева в УрФО могут успешно происходить только при условии налаженного сбыта получаемой продукции.

При достаточном насыщении внутреннего спроса на масличные культуры важную роль играет экспорт. Учитывая экспортную направленность рапса и льна, этот момент является принципиальным. В 2019 г. в Уральском федеральном округе из 364 тыс. тонн произведенных маслосемян было экспортировано 37 тыс. тонн, или 10,2 %. Около 89 % экспорта пришлось на Курганскую (48 %) и Челябинскую (41 %) области. В структуре экспортируемых культур 73 % (26,9 тыс. тонн) составил лен масличный [23].

Общий процент экспорта маслосемян (37 %) – показывает еще достаточный большой потенциал развития данного направления реализации. Однако экспорт масличного сырья позволяет диверсифицировать посевные площади, но не создает добавочной стоимости и дополнительных рабочих мест. Для повышения эффективности выращивания масличных культур целесообразно реализовывать не сырье, а переработанный продукт – растительное масло. Экспорт растительного масла из УрФО в 2019 г. составил 53,6 тыс. тонн, однако этот объем включил существенную долю переработки завозного сырья из других регионов.

В связи с тем, что транспортный фактор имеет существенное значение, особенно для легковесных маслосемян подсолнечника, важна их переработка в максимальной близости от производства. Роль местного сырья в этом случае еще больше возрастает. В Уральском федеральном округе к крупным заводам, производящим не менее 20 тыс. тонн растительного масла в год, относятся: в Курганской области – ООО

«Курганский завод растительных масел»; в Тюменской области – ООО «Заводоуковский маслозавод»; в Челябинской области – ООО «Варненский комбинат хлебопродуктов».

Возводятся и функционируют также заводы и цеха небольшой мощности (от 0,5 до 3–5 тыс. тонн подсолнечного масла в год), таких предприятий во всех областях УрФО насчитывается 35–40. Суммарные мощности всей переработки растительного масла в округе, по экспертным оценкам, составляют около 110 тыс. тонн масла в год, для чего из расчета выхода масла около 40 % необходимо не менее 250–300 тыс. тонн масличного сырья. Пока это объем, которого можно достигнуть лишь при максимальной урожайности всех масличных культур. В связи с тем, что периодически повторяющиеся засухи пока не позволяют получать более высокий урожай, посевные площади под масличными целесообразно расширять. В случае увеличения объема собственных маслосемян для переработки внутри уральского региона необходимо наращивание дополнительных мощностей маслозаводов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Одним из путей диверсификации растениеводства в Уральском федеральном округе является увеличение в структуре посевов масличных культур, что позволит распределить полевые работы во времени, эффективнее использовать технику и создать более комфортные условия для работающих, повысить устойчивость растениеводства без значительных инвестиций, потому как используются однотипные с зерновыми культурами средства производства. Агроклиматические условия южной территории Уральского федерального округа позволяют выращивать масличные культуры.

Подсолнечник является наиболее востребованной масличной культурой в РФ для внутреннего потребления, в УрФО лучшие условия его производства – в Курганской и Челябинской областях.

Рапс на сегодня выгоднее и урожайнее подсолнечника, но технология его выращивания сложнее по контролю вредителей, а увеличение сбыта ограничивается экспортом. Агроклиматические условия способствуют расширению посевов рапса в Свердловской и Тюменской областях, а также в северных районах Курганской и Челябинской областей.

Для выращивания льна масличного на Урале лучшие агроклиматические условия складываются в Курганской и Челябинской областях, в которых целесообразно и дальше наращивать его посевы. Перспективно его возделывание и в южных районах Свердловской области. Выращивание льна масличного в этих областях УрФО конкурентоспособно даже по сравнению с южными регионами.

Способствует расширению посевных площадей масличных культур в УрФО достаточный рынок сбыта маслосемян на местные маслоперерабатывающие предприятия, который увеличивается за счет востребованного экспорта маслосемян и масла, особенно

из рапса и льна. Для получения добавочной стоимости необходимо масличное сырье перерабатывать на близко расположенных маслозаводах, а экспорт увеличивать за счет не маслосырья, а продуктов его переработки.

В то же время анализ данных сельхозпредприятий показал, что повышение затрат при выращивании масличных культур даже при благоприятных ценах реализации ведет к снижению рентабельности производства, что связано с диспаритетом цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию. Решение этой проблемы будет влиять на возможности расширения посевных площадей этих высокотехнологичных культур и зависеть, прежде всего, от государственной поддержки сельского хозяйства, финансовых возможностей хозяйств, технического оснащения сельхозпредприятий и совершенствования агротехнологий.

Благодарности (Acknowledgments)

Исследования выполнены в Курганском НИИСХ – филиале УрФАНИЦ УрО РАН – в лаборатории экономики и инновационного развития в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования по направлению 142 Программы ФНИ государственных академий наук по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, рационального применения пестицидов и биопрепаратов, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия» (№ 0532-2021-0002).

Библиографический список

1. Инновационные технологии возделывания масличных культур / В. М. Лукомец [и др.]. Краснодар: Просвещение-Юг, 2017. 256 с.
2. Adeux G., Munier-Jolain N., Meunier D., et al. Diversified grain-based cropping systems provide long-term weed control while limiting herbicide use and yield losses // *Agronomy for Sustainable Development*. 2019. No. 39. P. 42. DOI: 10.1007/s13593-019-0587-x.
3. Фальцман В. К. Россия: факторы роста в контексте мировой экономики // *Современная Европа*. 2020. № 1 (94). С. 5–14. DOI: 10.15211/soveurope120200513.
4. Абакумов И. Б. Формирование специализированных зон производства маслосемян в Российской Федерации: автореферат дис. ... канд. экон. наук. Москва: Всерос. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва РАСХН, 2014. 26 с.
5. Гончаров С. В., Горлова Л. А. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2018. Вып. 2 (174). С. 96–100. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-96-100.
6. Vinnichuk L., Pogorelova E., Dergunov A. Oilseed market: global trends. Published under licence by IOP Publishing Ltd. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, International Scientific and Practical Conference on Agrarian Economy in the Era of Globalization and Integration 24–25 October. 2018. Moscow, 2019. Vol. 274. Article number 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012030.*
7. Mokrikov G., Minnikova T., Kazeev K., Kolesnikov S. Influence of precipitation and moisture reserves on the yield of crops under different tillage // *Agronomy Research*. 2019. No. 17 (6). Pp. 2350–2358. DOI: 10.15159/AR.19.202.
8. Baigot M., Glotova I. Development of the oil and fat industry in the EAEU member states // *Oil & Fat Industries*. 2017. No. 1 (2). Pp. 12–17.
9. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe // *OCL – Oilseeds and fats, crops and lipids*. 2017. No. 24. P. D102. DOI: 10.1051/ocl/2016052.
10. Akdemir S., Cavalaris C., Gemtos T. Energy balance of sunflower production // *Agronomy Research*. 2017. No. 15 (4). Pp. 1463–1473. DOI: 10.15159/AR.17.003.
11. Vear F. Changes in sunflower breeding over the last fifty years // *OCL – Oilseeds and fats, crops and lipids*. 2016. No. 23 (2). P. D202. DOI: 10.1051/ocl/2016006.
12. Пономарев А. Б., Колотов А. П. Научное обеспечение производства масличных культур в Уральском федеральном округе // *Агропродовольственная политика России*. 2019. № 1. С. 23–28.
13. Летунов И. И., Щедрин Е. В. Перспективы развития рынка рапса в Российской Федерации // *Аграрный вестник Урала*. 2007. № 6. С. 12–14.
14. Карпачев В. В. Приоритеты селекции ярового рапса в условиях меняющегося климата // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур*. 2011. Вып. 2 (148–149). С. 57–61.
15. Горлова Л. А., Бочкарева Э. Б., Стрельников Е. А., Сердюк В. В. Использование классических и современных методов в селекции рапса (*Brassica napus*) во ВНИИМК // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. № 4 (180). С. 126–131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131.

16. Суркова Ю. В. Яровой рапс в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 3 (35). С. 68–71. DOI: 10.5281/zenodo.4152805.
17. Нурлыгаянов Р. Б., Филимонов А. Л. Производство семян ярового рапса в Западной Сибири // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4. С. 20–22. DOI: 10.24411/2587-6740-2018-14054.
18. Зальцман В. А. Лен масличный. Производство, хранение, переработка // Нивы России. 2017. № 4. С. 54–56.
19. Колотов А. П. Лен масличный на Среднем Урале. Монография. Екатеринбург, 2020. 227 с.
20. Зеленцов С. В. История культуры льна в мире и России // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2017. Вып. 1 (169). С. 93–103.
21. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2019 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Утвержден Распоряжением Правительства РФ от 26 июня 2020 г. № 1684-р [Электронный ресурс]. Москва: МСХ РФ, 2020. 194 с. URL: https://rosinformagrotech.ru/index.php?option=com_attachments&task=download&id=550 (дата обращения: 25.01.2021).
22. Ежемесячный обзор рынков АПК. Масличные. ФГБУ «Центр Агроаналитики» [Электронный ресурс]. URL: <https://specagro.ru/sites/default/files/2021-01/ezhemesyachnyy-obzor-maslichnykh-yanvar.pdf> (дата обращения: 20.01.2021).
23. Обзор отрасли: производство растительных масел в мире [Электронный ресурс]. URL: <https://davaiknam.ru/text/obzor-otrasli-proizvodstvo-rastitelenih-masel-v-mire> (дата обращения: 20.01.2021).
24. Федеральная служба государственной статистики. Витрина статистических данных [Электронный ресурс] // Росстат. URL: <https://showdata.gks.ru/finder> (дата обращения: 20.01.2021).
25. Сводные отчеты сельскохозяйственных предприятий Курганской области за 2015–2019 годы, форма № 9-апк.
26. Ежемесячный обзор рынков АПК. Масличные. ФГБУ «Центр Агроаналитики» [Электронный ресурс]. URL: <https://specagro.ru/sites/default/files/2021-01/ezhemesyachnyy-obzor-maslichnykh-yanvar.pdf> (дата обращения: 20.01.2021).
27. Итоги испытания сортов сельскохозяйственных культур. Госсорткомиссия по Курганской области. 1990–2019 гг. Курган, 1990–2019.

Об авторах:

Николай Васильевич Степных¹, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333; +7 (35231) 5-76-22, stepnyh@ketovo.zaoral.ru
 Елена Викторовна Нестерова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817; l.nesterova2009@yandex.ru
 Артур Меружанович Заргарян¹, научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0719-0284, AuthorID 763361; nietsmmarrock@yandex.ru

¹ Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

Prospects for expanding the production of oilseeds in the Ural region

N. V. Stepnykh¹✉, E. V. Nesterova¹, A. M. Zargaryan¹

¹ Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: kniish@ketovo.zaoral.ru

Abstract. As a result of the market transformations of the 90s, agricultural enterprises in the Ural Federal District experienced a skew in the structure of acreage in the form of an unjustified increase in the share of grain crops, which unbalanced the existing system of crop rotations and the organizational and economic stability of agricultural production. One of the ways of sustainable development of crop production is to increase the structure of crops of highly profitable oilseeds, which allows you to increase the income of agricultural enterprises, rationally distribute the time of field work and the workload of equipment. **The aim** of the work is to study the possibility of increasing the economic sustainability of crop production in the regions of the Ural Federal District by expanding the area of oilseeds. **The methods** of monographic, mathematical, and statistical analysis of data from published official statistical sources and annual reports of agricultural enterprises were used. The novelty of the research is to analyze the effectiveness of oilseed cultivation in the regions of the Ural Federal District, taking into account the new economic and agrotechnical

conditions of the last years. **The results** of the study showed that an increase in the share of oilseeds in the structure of crops makes it possible to better use the agro-climatic potential of various regions of the Ural Federal District, especially dry zones, as well as to stabilize the production economy, taking into account the increase in the price level for vegetable oil and oilseeds in 2019–2020. The surplus of oilseeds allows us to expand the volume of exports. However, in order to generate added value and create new jobs, it is necessary to increase the export of vegetable oil processed in the region, rather than raw materials. **The practical value** of the work lies in the cost-based recommendations for agricultural producers of the Urals Federal district in the zonal extension of the acreage of oilseeds: sunflower in Kurgan and Chelyabinsk regions of rape, in the Sverdlovsk and Tyumen, as well as in the Northern parts of the Kurgan, and Chelyabinsk, flax – in Kurgan and Chelyabinsk regions.

Keywords: oilseeds, flax, rapeseed, sunflower, acreage, yield, economic efficiency, profitability of production, export.

For citation: Stepanykh N. V., Nesterova E. V., Zargaryan A. M. Perspektivy rasshireniya proizvodstva maslichnykh kul'tur v Ural'skom regione [Prospects for expanding the production of oilseeds in the Ural region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 05 (208). Pp. 89–102. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-89-102. (In Russian.)

Date of paper submission: 01.04.2021, **date of review:** 09.04.2021, **date of acceptance:** 19.04.2021.

References

1. Innovatsionnye tekhnologii vozdeystviya maslichnykh kul'tur [Innovative technologies in cultivation of oil crops] / V. M. Lukomets, et al. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2017. 256 p. (In Russian.)
2. Adeux G., Munier-Jolain N., Meunier D., et al. Diversified grain-based cropping systems provide long-term weed control while limiting herbicide use and yield losses // *Agronomy for Sustainable Development*. 2019. No. 39. P. 42. DOI: 10.1007/s13593-019-0587-x
3. Fal'tsman V. Rossiya: faktory rosta v kontekste mirovoy ekonomiki [Growth Factors in the Framework of the Global Economy] // *Contemporary Europe*. 2020. Vol. 1. No. 94. Pp. 5–14. DOI: 10.15211/soveurope120200513. (In Russian.)
4. Abakumov I. B. Formirovanie spetsializirovannykh zon proizvodstva maslosemyan v Rossiyskoy Federatsii: avtoref. dis. ... kand. ekon. nauk [Formation of specialized zones for the production of oilseeds in the Russian Federation: abstract of the dissertation of the candidate of economic sciences. Moscow: All-Russian Research Institute of Agricultural Economics of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2014. 26 p. (In Russian.)
5. Goncharov S. V., Gorlova L. A. Maslichnye kul'tury: novye vyzovy i tendentsii ikh razvitiya [Oil crops: new challenges and trends in their development] // *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2018. No. 2 (174). Pp. 96–100. DOI: 10.25230/2412-608X-2018-2-174-96-100. (In Russian.)
6. Vinnichuk L., Pogorelova E., Dergunov A. Oilseed market: global trends. Published under licence by IOP Publishing Ltd. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, International Scientific and Practical Conference on Agrarian Economy in the Era of Globalization and Integration 24–25 October. 2018. Moscow, 2019. Vol. 274. Article number 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/274/1/012030.*
7. Mokrikov G., Minnikova T., Kazeev K., Kolesnikov S. Influence of precipitation and moisture reserves on the yield of crops under different tillage // *Agronomy Research*. 2019. No. 17 (6). Pp. 2350–2358. DOI: 10.15159/AR.19.202.
8. Baigot M., Glotova I. Development of the oil and fat industry in the EAEU member states // *Oil & Fat Industries*. 2017. No. 1 (2). Pp. 12–17.
9. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe // *OCL – Oilseeds and fats, crops and lipids*. 2017. No. 24. P. D102. DOI: 10.1051/ocl/2016052.
10. Akdemir S., Cavalaris C., Gemtos T. Energy balance of sunflower production // *Agronomy Research*. 2017. No. 15 (4). Pp. 1463–1473. DOI: 10.15159/AR.17.003.
11. Vear F. Changes in sunflower breeding over the last fifty years // *OCL – Oilseeds and fats, crops and lipids*. 2016. No. 23 (2). P. D202. DOI: 10.1051/ocl/2016006.
12. Ponomarev A. B., Kolotov A. P. Nauchnoe obespechenie proizvodstva maslichnykh kul'tur v Ural'skom federal'nom okruge [Scientific support for the production of oilseeds in the Ural Federal District] // *Agro-Food Policy In Russia*. 2019. No. 1. Pp. 23–28. (In Russian.)
13. Letunov I. I., Shchedrin E. V. Perspektivy razvitiya rynka rapsa v Rossiyskoy Federatsii [Prospects for the development of the rapeseed market in the Russian Federation] // *Agrarian Bulletin Of The Urals*. 2007. No. 6. Pp. 12–14. (In Russian.)
14. Karpachev V. V. Prioritety selektsii yarovogo rapsa v usloviyakh menyayushchegosya klimata [Priorities of spring rapeseed breeding in a changing climate] // *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2011. No. 2. Vol. 2 (148–149). Pp. 57–61. (In Russian.)

15. Gorlova L. A., Bochkaryova E. B., Strelnikov E. A., Serdyuk V. V. Ispol'zovanie klassicheskikh i sovremennykh metodov v selektsii rapsa (*Brassica napus*) vo VNIIMK [The use of classical and modern methods in rapeseed (*Brassica napus*) breeding at VNIIMK] // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2019. No. 4 (180). Pp. 126–131. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131. (In Russian.)
16. Surkova Yu. V. Yarovoy raps v usloviyakh lesostepnoy zony Zaural'ya [Spring rapeseed in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals] // Vestnik Kurganskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2020. No. 3 (35). Pp. 68–71. DOI: 10.5281/zenodo.4152805. (In Russian.)
17. Nurlygayanov R. B., Filimonov A. L. Proizvodstvo semyan yarovogo rapsa v Zapadnoy Sibiri [Seed production of spring rapeseed in Western Siberia] // Mezhdunarodnyy sel'skokhozyaystvennyy zhurnal [International agricultural journal]. 2018. No. 4 (364). Pp. 20–22. DOI: 10.24411/2587-6740-2018-14054. (In Russian.)
18. Zaltsman V. A. Len maslichnyy. Proizvodstvo, khranenie, pererabotka [Oilseed flax. The production, storage, processing] // Nivy Rossii. (2017). No. 4. Pp. 54–56. (In Russian.)
19. Kolotov A. P. Len maslichnyy na Srednem Urale: monografiya [Oilseed flax in the Middle Urals: monograph]. Ekaterinburg, 2020. 227 p. (In Russian.)
20. Zelentsov S. V. Istoriya kul'tury l'na v mire i Rossii [History of flax crop in the world and Russia] // Maslichnye kul'tury Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. 2017. No. 1 (169). Pp. 93–103. (In Russian.)
21. Natsional'nyy doklad o khode i rezul'tatakh realizatsii v 2019 godu gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya. Uтвержден Распоряжением Правительства РФ от 26 июня 2020 г. № 1684-р [National report on the progress and results of the implementation in 2019 of the state program for the development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food. Approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 1684-r of June 26, 2020] [e-resource]. Moscow: Ministry of Agriculture of the Russian Federation, 2020. 194 p. URL: https://rosinformagrotech.ru/index.php?option=com_attachments&task=download&id=550 (date of reference: 25.01.2021). (In Russian.)
22. Ezhemesyachnyy obzor rynkov APK. Maslichnye. FGBU "Tsentr Agroanalitiki" [Monthly review of agribusiness markets. Oilseeds. FGBU "Center of Agroanalytics"] [e-resource]. URL: <https://specagro.ru/sites/default/files/2021-01/ezhemesyachnyy-obzor-maslichnykh-yanvar.pdf> (date of reference: 20.01.2021). (In Russian.)
23. Obzor otrasli: proizvodstvo rastitel'nykh masel v mire [Review of the industry: production of vegetable oils in the world] [e-resource]. URL: <https://davaiknam.ru/text/obzor-otrasli-proizvodstvo-rastitelenih-masel-v-mire> (date of reference: 20.01.2021). (In Russian.)
24. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Vitrina statisticheskikh dannykh [Federal State Statistics Service. Showcase of statistical data] [e-resource] // Rosstat. URL: <https://showdata.gks.ru/finder> (date of reference: 20.01.2021). (In Russian.)
25. Svodnye otchety sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy Kurganskoy oblasti za 2015–2019 gody, forma No. 9-apk [Summary reports of agricultural enterprises of the Kurgan region for 2015–2019, form No. 9-apk]. (In Russian.)
26. Ezhemesyachnyy obzor rynkov APK. Maslichnye. "FGBU «Tsentr Agroanalitiki»" [Monthly review of agribusiness markets. Oilseeds. FGBU "Center of Agroanalytics"] [e-resource]. URL: <https://specagro.ru/sites/default/files/2021-01/ezhemesyachnyy-obzor-maslichnykh-yanvar.pdf> (date of reference: 20.01.2021). (In Russian.)
27. Itogi ispytaniya sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Gossortkomissiya po Kurganskoy oblasti. 1990–2019 gg. Kurgan, 1990–2019 [Results of testing of agricultural crop varieties. State Transport Commission for the Kurgan region. 1990–2019. Kurgan, 1990–2019]. (In Russian.)

Authors' information:

Nikolay V. Stepnykh¹, candidate of economic sciences, leading researcher, ORCID 0000-0002-0208-1583, AuthorID 443333; +7 (35231) 5-76-22, stepnykh@ketovo.zaaural.ru

Elena V. Nesterova¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher, ORCID 0000-0003-0599-5054, AuthorID 698817; l.nesterowa2009@yandex.ru

Artur M. Zargaryan¹, scientific researcher, ORCID 0000-0003-0719-0284, AuthorID 763361, nietsmmarrock@yandex.ru

¹ Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 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 Типографии «Амирит».

410004, г. Саратов, ул. им Чернышевского Н. Г., д. 88, литер У.

Подписано в печать: 10.05.2021 г. Усл. печ. л. 11,8. Авт. л. 10,2.

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная.

