

**AL-MALIKI ALI ABDULLAH SULTAN**

**BIOLOGICAL JUSTIFICATION FOR THE APPLICATION OF  
MODERN HERBICIDES FOR PROTECTION WINTER WHEAT IN THE  
CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF THE CISCAUCASUS**

**Specialty 4. 1. 3. Agrochemistry, agrosoil science, plant protection and quarantine**

**ABSTRACT**

dissertation for a degree  
candidate of biological science

The work was carried out at the Department of Plant Protection and Quarantine of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State Agrarian University"

**Scientific supervisor:** **Dolzhenko Tatyana Vasilievna**, Doctor of Biological Sciences, Professor

**Official opponents:** **Alexey Pavlovich Glinushkin**, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, chief researcher at the Institute of Organic Chemistry named after. N.D. Zelensky Russian Academy of Sciences"

**Ladan Sergey Semyonovich**, Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Ecotoxicology, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after. D.N. Pryanishnikova.

**Leading organization:** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina"

The defense of the dissertation will take place on May 29, 2024 at 11 o'clock at a meeting of the dissertation council PDS 2021.002 at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Parice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia" (RUDN) at 117198, st. Miklouho-Maklaya, 8 building 2.

The dissertation can be found in the library at the UNIBC (Scientific Library) of the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN) at the address: 117198 st. Miklouho-Maklaya, 6 and on the website: <https://www.rudn.ru/science/dissovet>.

Abstract sent out " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024

Scientific Secretary

Dissertation Council PDS 2021.002,  
Candidate of Agricultural Sciences

Vvedensky  
Valentin Valentinovich

## GENERAL DESCRIPTION OF DISSERTATION

**The relevance of the research topic.** Recently, the grain market in Russia has been developing rapidly; the country is one of the world leaders in the production and export of grain. Among the grain crops grown in Russia, wheat occupies the largest share. (Agapkin, Makhotina, 2021; Nekrasov et al., 2022; Poddymkina, 2022). In the steppe zone of the North Caucasus, the leading place belongs to winter wheat. A serious factor limiting high wheat yields is weeds. Effective weed control is based on the correct selection of herbicides and compliance with regulations for their use (Kraehmer et al., 2014 Monteiro, Santos, 2022 Rajmohan et al., 2022).

The Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation, approved by Decree of the President of the Russian Federation No. 642 of December 1, 2016, is one of the priority tasks of the country's development, which is the transition to a highly productive and environmentally friendly agricultural sector. It is impossible to complete this task without conducting serious scientific research on the effectiveness and safety of new plant protection products.

**Development of the research topic.** An important limiting factor in the agrophytocenoses of winter wheat in the steppe zone of Ciscaucasia are weeds. However, many aspects of effective control of them in crops remain unclear: research is being conducted in these areas to find new means and technologies (Pavlyushin *et al.*, 2015; Khilevsky, 2017; Dolzhenko *et al.*, 2021, Sanin *et al.*, 2022; Mahankova *et al.*, 2022).

### **The purpose and objectives of the study.**

The purpose of the research is to determine the biological effectiveness and develop regulations for the use of new combined herbicides to improve the range of winter wheat protection products in the steppe zone of Ciscaucasia.

Depending on the purpose of the scientific work, the following objectives were set:

1. develop a range of new combined preparations, the active ingredients of which belong to different chemical classes in the fight against weeds on winter wheat;
2. evaluate the biological effectiveness of new phytosanitary products for protecting winter wheat from weeds;
3. develop regulations for the effective and safe use of drugs to protect winter wheat from a complex of weeds;
4. evaluate the ecotoxicological characteristics of new combined preparations for protecting winter wheat from weeds.

**Scientific novelty of the work:** For the first time, in the conditions of the steppe zone of Ciscaucasia, the effect of new combined preparations from various chemical classes on weeds in winter wheat crops was studied: Pinta, oil dispersion (OD); Fortissimo, OD; Cayenne Turbo, OD; Polian, OD and Tarzek, water-soluble granules (WG). The high biological effectiveness (up to 100%) of these drugs has been established. Regulations for the use of these five new drugs have been developed. The ecotoxicological low hazard of the studied drugs has been proven, subject to compliance with the regulations for their use.

**Theoretical and practical significance of the work.** The research results got complement the theoretical ideas about the possibilities of using new herbicides in winter wheat protection systems. The research results formed the basis for the state registration of the herbicide Pinta, OD.

**Methodology and research methods.** The methodological approaches of our research are based on the principles of phytosanitary optimization of agrophytocenoses, studying literature data, determining the goals and objectives of the research, setting up laboratory and field experiments, and mathematical processing of the results obtained. The studies were carried out in accordance with methods for studying the effectiveness and safety of pesticides approved by the Scientific and Technical Council of the Russian Ministry of Agriculture.

**Provisions for the defense:**

- Modern effective means of controlling weeds on winter wheat in the steppe zone of Ciscaucasia.

- Regulations for the use of new drugs to control weeds.

**The degree of reliability and approbation of the results.** The degree of reliability of the research results was achieved by obtaining a sufficient volume of experimental data, statistical processing, and identifying of the reliability of differences. The main results of the dissertation work were discussed at: the international scientific and practical conference of young scientists and students “Intellectual potential of young scientists as a driver for the development of the agro-industrial complex” (St. Petersburg, St. Petersburg State Agrarian University, 2022, 2023); and the international scientific and practical conference “Priorities for the development of the agro-industrial complex in the context of digitalization and structural changes in the national economy” (St. Petersburg, St. Petersburg State Agrarian University, 2022); international scientific and practical conference of young scientists “Integrated plant protection system: status and prospects” (Almaty, 2022); International University Scientific Forum “Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA” (UAE, 2022).

**Publications.** Seven published works were made using the dissertation materials; these included three peer-reviewed scientific journals listed in the Higher Attestation Commission's list.

**The dissertation author’s independent contribution.** The presented dissertation results from scientific research carried out personally by the author during his postgraduate studies. The dissertation author is responsible for preparing and conducting laboratory and field research, records, and observations, analyzing the results got, and writing a dissertation and scientific articles.

**Structure and scope of work.** The dissertation consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, practical recommendations, a list of references, and applications. The dissertation is presented on 159 pages, contains 61 tables, 34 figures. The list of cited literature includes 189 sources.

## MAIN CONTENT OF WORK

## Chapter 1 Features of Agrophytocenosis in Winter Wheat. Methods and means of weed control (literature review)

The chapter analyzes literature data on the composition of the winter wheat phytocenosis in the steppe region of Ciscaucasia. The main methods of controlling weeds in winter wheat crops (agrotechnical and chemical) are given. The issues of ensuring the safety and control of the use of herbicides on grain crops are considered.

## Chapter 2 Conditions, materials, and research methods

The dissertation work was carried out at the Department of Plant Protection and Quarantine of St. Petersburg State Agrarian University.

The effectiveness of herbicides was studied during the growing seasons 2019-2022, in the Salsky district of the Rostov region.

The research objectives were the main types of weeds: *bindweed* – *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *Descurainia sophia* – *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *self-seeded poppy* – *Papaver rhoeas* L., *подмаренник цепкий* – *Galium aparine* L., *ярутка полевая* - *Thlaspi arvense* L., *tenacious bedstraw* – *Convolvulus arvensis* L.

The following herbicides served as the research material: Pinta, oil dispersion (OD) (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam); Fortissimo, OD (200 g/l 2,4-D acid /2-ethylhexyl ester/ + 10 g/l aminopyralid + 5 g/l florasulam); Cayenne Turbo, OD (75 g/l tribenuron-methyl + 75 g/l thifensulfuron-methyl + 52 g/l flumetsulam) and Polian, OD (225 g/l tribenuron-methyl + 76 g/l thifensulfuron-methyl) and Tarzek Water dispersible granules (WG), (halauxifen-methyl 69.5 g/kg + pyroxsulam 250 g/kg) . Two varieties of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) were used in the experiments: Svarog and Grom. Phases of development of wheat plants at the time of treatment - tillering and exiting into the tube.

The assessment of the biological effectiveness of herbicides was carried out under the Guidelines for registration testing of herbicides in agriculture (2013) and the Guidelines for conducting registration tests of herbicides (2020).

The selection of samples for research to determine micro-quantities of drugs was carried out in accordance with the “Unified Rules for Sampling of Agricultural Products, Food, and Environmental Objects for Determining Micro-quantities of Pesticides” (1983). The study of residual amounts of active substances of pesticides in the winter wheat crop was carried out in the analytical laboratory of the Center for Biological Regulation of the Use of Pesticides of the Federal State Budgetary Institution VIZR - All-Russian Plant Protection Research Institute.

The analysis of samples for the content of active substances: tribenuron-methyl was carried out in accordance with the methodological instructions of MUK 4.1.2022-05; thifensulfuron-methyl - MU No. 6137-91; flumetsulam - MUK 4.1.1442-03.

The calculation of the toxic load of drugs was carried out according to the method of Yu.N. Fadeeva (1988).

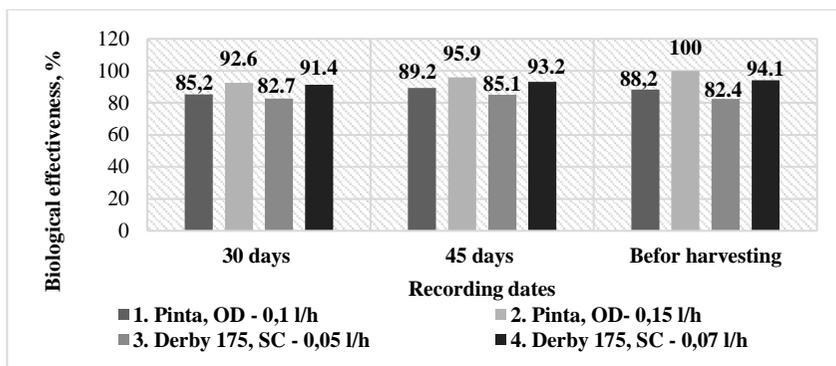
Statistical processing of the obtained results was carried out by assessing the significance of differences in sample means using the least significant difference (LSD) indicator using spreadsheets «Microsoft Office Excel».

## Chapter 3 Efficiency of herbicides in winter wheat crops and regulations for their implementation.

### 3.1. Pinta, OD (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam)

Under 2020 conditions, before herbicides were introduced at the tillering stage of winter wheat, the initial infection of the experimental plot with annual weeds was 64 ind/m<sup>2</sup>. The sowing was dominated by annual dicotyledonous weeds: *Sophia discordinia*, stubborn bedstraw, and field grass. The number of perennial dicotyledonous field weeds was 7 herbs/m<sup>2</sup>. During the growth phase, the initial incidence of annual weeds was 76 ind/m<sup>2</sup>. The same weeds were dominant in crops. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) is 9 ind/m<sup>2</sup>.

The application of herbicides at the tillering stage of the crop has significantly eliminated weeds. In the herbicide application variables studied at application rates of 0.1 and 0.15 l/ha, the reduction in the total number of weeds was 85.2–100% (Figure 1). The reduction in mass of annual weeds was 92.1- 99.4%, and the reduction in mass of perennial species was 76.1- 97.1%, which corresponds to the efficiency level of Derby Standard 175, SC.



**Figure 1.** Biological efficacy of the herbicide Pinta, OD (tillering phase, Rostov region, 2020)

Introducing herbicides at the exit into the tube stage also significantly contributed to the elimination of weeds: in both options, the reduction in the total number of weeds was 75.9 - 94.7%, and the reduction in annual weed mass was 89.5-98.3%. The decline in the mass of perennial species was 67.0-92.8%.

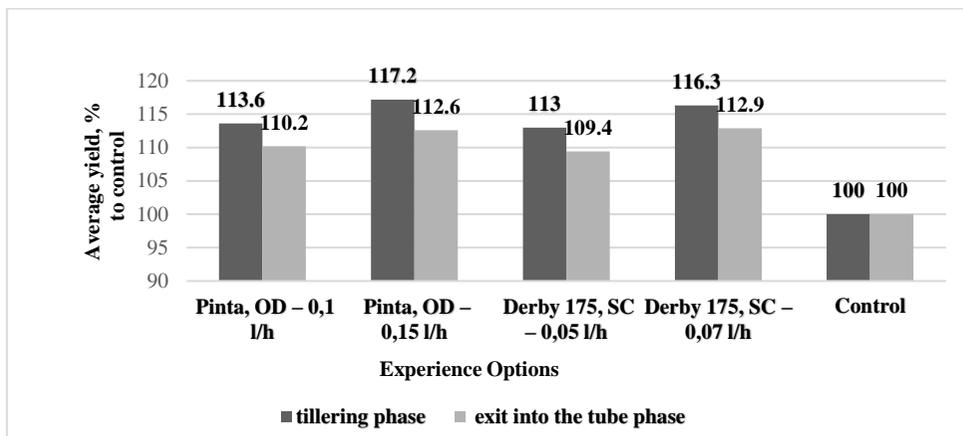
The initial infestation of the experimental plot in 2021 (tillage phase) with annual weeds was 67 ind/m<sup>2</sup>. Annual dicotyledonous weeds dominated the sowing process: buckwheat, *Sophia discordinia* and stubborn bedstraw. The number of perennial dicotyledonous grasses (field bindweed) was 14 ind/m<sup>2</sup>.

The reduction in the total number of weeds when using the studied herbicide in the experimental variants was 81.1-96.2%, the decreasing in the mass of annual weeds was 86.0-99.1%, the reduction in the mass of perennial species was 55.5-89.3%.

The infestation of the experimental plot with annual weeds was 80 ind./m<sup>2</sup> (wheat phase - exit into the tube). The same types of annual dicotyledonous weeds predominated in the crops. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 10 ind./m<sup>2</sup>.

As a result of the use of the studied herbicide in both standards, the following results were obtained: a decrease in the total number of weeds was 73.7 - 92.9%, a reduce in the mass of annual weeds - 84.1 - 97.4%, a decrease in the mass of perennial species 48.2 - 79.4%.

Visual observations of wheat plants during experiments showed the absence of a negative effect of the new herbicide on their growth and development. All treatments performed with the studied herbicide had a significant effect on wheat grain yield compared to the control (LSD<sub>05</sub>=0.66 c/ha (2020) and LSD<sub>05</sub>=1.3 c/ha (2021), respectively). The results for 2021 are presented in Figure 2.



**Figure 2.** Yield of the winter wheat variety Svarog using the herbicide Pinta, OD (Rostov region, 2021)

According to the research results, it can be noted that the biological effectiveness of the use of the new combined herbicide Pinta, OD (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam) at rates of 0.1 and 0.15 l/ha in the tillering – exit into the tube phase was on the level of effectiveness of the standard Derby 175, SK in the relevant regulations for use and ensured crop protection and increased yield (Al-Maliki, A.A. *et al.*, 2023).

### 3.2 Fortissimo, OD (200 g/l 2,4-D acid/2-ethylhexyl ester +10 g/l aminopyralid+5 g/l florasulam)

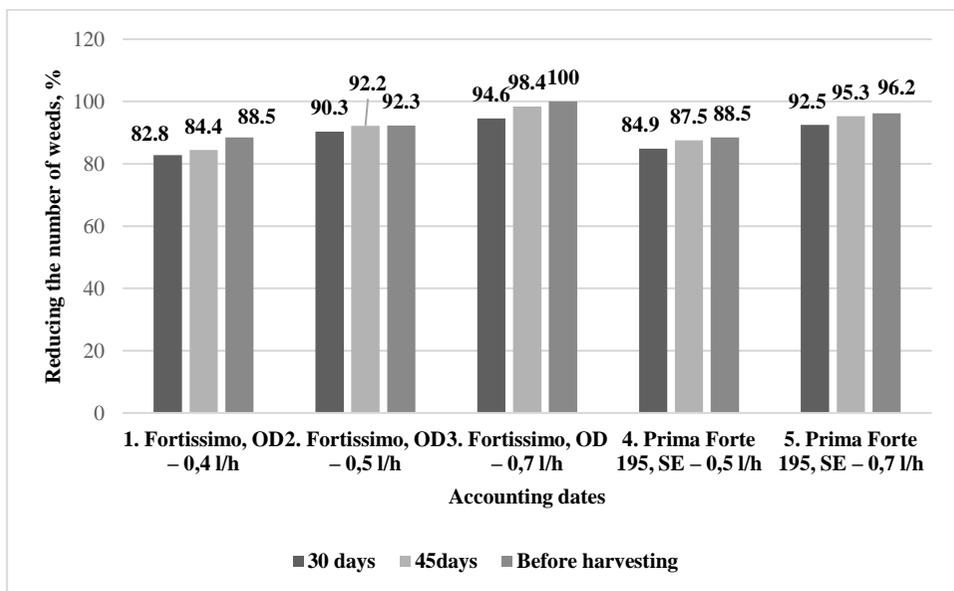
The initial infestation of annual weeds in the experimental plot of winter wheat during the tillering phase in 2021 was 67 ind./m<sup>2</sup>. The sowing was dominated by annual dicotyledonous weeds: Convolvulus buckwheat, Sophia descurainia and tenacious bedstraw. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 14 ind./m<sup>2</sup>.

Using the herbicide Fortissimo, OD contributed to a significant suppression of weeds in variants with the application of 0.4 – 0.5 – 0.7 l/ha. The maximum efficiency reached 100% at a rate of 0.7 l/ha (Figure 3).

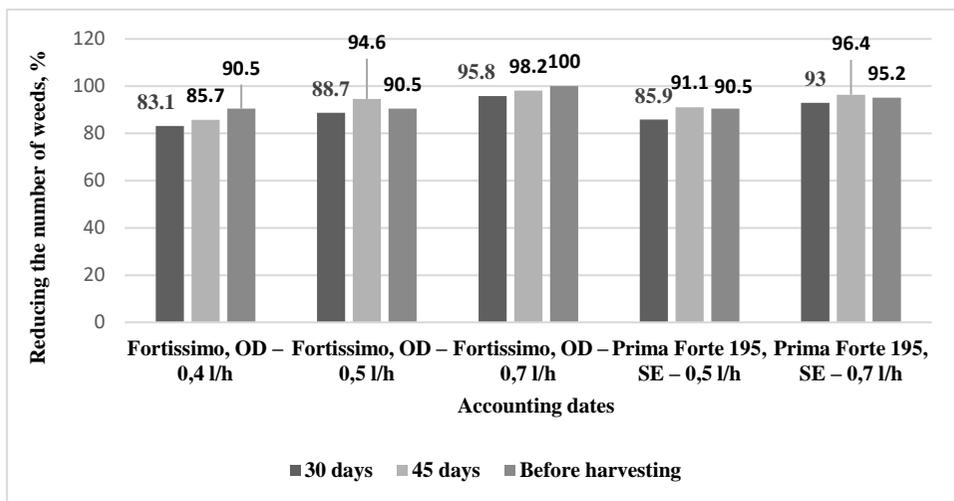
The initial infestation of the crop during the exit into the tube phase with annual weeds was 80 ind./m<sup>2</sup>. The same types of annual dicotyledonous weeds predominated in the crops. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 10 ind./m<sup>2</sup>.

The maximum reduction in the total number of weeds in winter wheat crops after treatment was observed when using 0.7 l/ha Fortissimo, OD - 92.3%.

The application of the herbicide in 2022 also contributed to the significant suppression of weeds, and its effectiveness reached 100% (Figure 4).



**Figure 3.** Biological effectiveness of the herbicide Fortissimo, OD in the tillering phase of winter wheat (Rostov region, 2021)



**Figure 4.** Biological effectiveness of the herbicide Fortissimo, OD in the tillering phase of winter wheat (Rostov region, 2022)

Application of the studied herbicide in 2021 and 2022 significantly affected wheat grain productivity compared to the control (Table 1) ( $LSD_{05} = 1.41$  g/ha and  $LSD_{05} = 1.27$  g/ha, respectively, phases in 2021),  $LSD_{05} = 1, 57$  c/ha and  $LSD_{05} = 1.39$  c/ha according to 2022 stages).

**Table 1. Yield of the winter wheat variety Yuka when used herbicide Fortissimo, OD (exit into the tube phase, Rostov region, 2022)**

Experimental options	Average yield	
	c/ha	% to control
1. Fortissimo, OD – 0,4 l/h	41,6	113,0
2. Fortissimo, OD – 0,5 l/h	42,1	114,4
3. Fortissimo, OD – 0,7 l/h	43,0	116,8
4. Lancelot 450, WDG – 0,03 kg/h	42,3	114,9
5.. Lancelot 450, WDG – 0,033 kg/h	42,8	116,3
6. Control	36,8	100
$LSD_{05}$	1,39	

Thus, the biological effectiveness of the herbicide Fortissimo, OD was at the level of the effectiveness of the standards in the relevant regulations for use. Using the drug was safe for the protected crops.

### **3.3 Cayenne Turbo, OD (75 g/l tribenuron-methyl + 75 g/l thifensulfuron-methyl + 52 g/l flumetsulam)**

The initial contamination of the experimental site with annual weeds in 2021 during the tillering phase was 67 ind./m<sup>2</sup>. Annual dicotyledonous weeds prevailed in sowing: buckwheat, descurainia Sofia and bedstraw tenacious. The number of perennial dicotyledonous weeds (field loach) was 14 ind./m<sup>2</sup>.

Introducing herbicides contributed to a significant suppression of weeds. In variants with the addition of Cayenne Turbo, OD, both in a mixture with surfactants Bit-90, W, and in pure form, the decrease in the total number of weeds was 82.7 – 97.2%, a decrease in the mass of annual dicotyledonous weeds was 89.9 – 100%, a decrease in the mass of perennial species 51.9 – 96.6%.

Our studies showed that the effectiveness of the drug increased with the use of surfactants: at the rate of herbicide use of 0.15 l/ha, it reached a maximum of 84.5%, and with the addition of a surfactant – 89.7%; ordinarily 0.25 l/ha – 90.1 and 94.4%, respectively; normally 0.35 l/ha – 93.1 and 97.2%, respectively.

Most species of weeds showed high sensitivity to the herbicide Cayenne Turbo, OD (Table 2).

Similar data was obtained when applying herbicides during the tillering phase in 2022. In variants with the introduction of Cayenne Turbo, OD, both mixed with surfactant Bit-90, L, and in its pure form, the reduction in the total number of weeds was 82.1-100%.

The greatest reduction in the overall weediness of winter wheat crops was observed with the application of 0.35 l/ha + 0.2 l/ha of the drug Cayenne Turbo, OD + surfactant Bit-90, L – 100%, which exceeded the efficiency of the standard Status Max, WDG – 0, 05 kg/ha (96.3%).

The yield of winter wheat in the control (tillering phase, 2021) was 34.2 c/ha. Statistically significant values of the harvested crop in the variants with introducing herbicide ranged from 14.0 to 16.7% (LSD<sub>05</sub> = 1.09 c/ha). The yield in the control in 2022 was 36.7 kg/ha. Statistically significant values of the harvested crop in the variants with the application of herbicide ranged from 15.0 to 18.5% (LSD<sub>05</sub> = 1.39 c/ha) (Figure 5).

The initial infestation of the experimental plot of winter wheat with annual weeds during the booting phase (2021) was 80 ind./m<sup>2</sup>. The sowing was dominated by annual dicotyledonous weeds: Convolvulus buckwheat, Sophia descurainia and tenacious bedstraw. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 10 ind./m<sup>2</sup>.

**Table 2. Efficacy of the herbicide Cayenne Turbo, OD against certain types of weeds in winter wheat (tillage stage Rostov Region 2021)**

Experimental options	Recording dates	A % decrease in the number of weeds compared to control			
		<i>Fallopia convolvulus</i>	<i>Descurainia sophia</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
<b>1. Cayenne Turbo, OD – 0,15 l/ha</b>	23.05	92,9	93,1	72,7	43,8
	07.06	96,0	94,1	78,6	60,0
	07.07	100	100	87,5	63,6
<b>2. Cayenne Turbo, OD – 0,25 l/ha</b>	23.05	95,2	96,6	81,8	50,0
	07.06	100	100	85,7	66,7
	07.07	100	100	100	72,7
<b>3. Cayenne Turbo, OD – 0,35 l/ha</b>	23.05	97,6	100	90,9	56,3
	07.06	100	100	92,9	73,3
	07.07	100	100	100	81,8
<b>4. Cayenne Turbo, OD + Surfactant Bit-90, L – 0,15 l/ha + 0,2 l/ha</b>	23.05	95,2	93,1	81,8	50,0
	07.06	92,0	100	85,7	66,7
	07.07	100	100	100	72,7
<b>5. Cayenne Turbo, OD + Surfactant Bit-90, L– 0,25 l/ha + 0,2 l/ha</b>	23.05	95,2	100	90,9	56,3
	07.06	100	100	92,9	80,0
	07.07	100	100	100	81,8
<b>6. Cayenne Turbo, OD + Surfactant Bit-90, L– 0,35 l/ha+ 0,2l/ha</b>	23.05	97,6	100	100	68,8
	07.06	100	100	100	86,7
	07.07	100	100	100	90,9
<b>7. Status Max, WDG – 0,03 kg/ha</b>	23.05	90,5	89,7	63,6	62,5
	07.06	92,0	94,1	78,6	66,7
	07.07	100	100	75,0	72,7
<b>8. Status Max, WDG – 0,05 kg/ha</b>	23.05	95,2	96,6	81,8	81,3
	07.06	100	100	92,9	86,7
	07.07	100	100	100	90,9
<b>9. Control*</b>	23.05	42	29	11	16
	07.06	25	17	14	15
	07.07	8	2	8	11

\*Controls provide data on the number of artificial weeds/m<sup>2</sup>

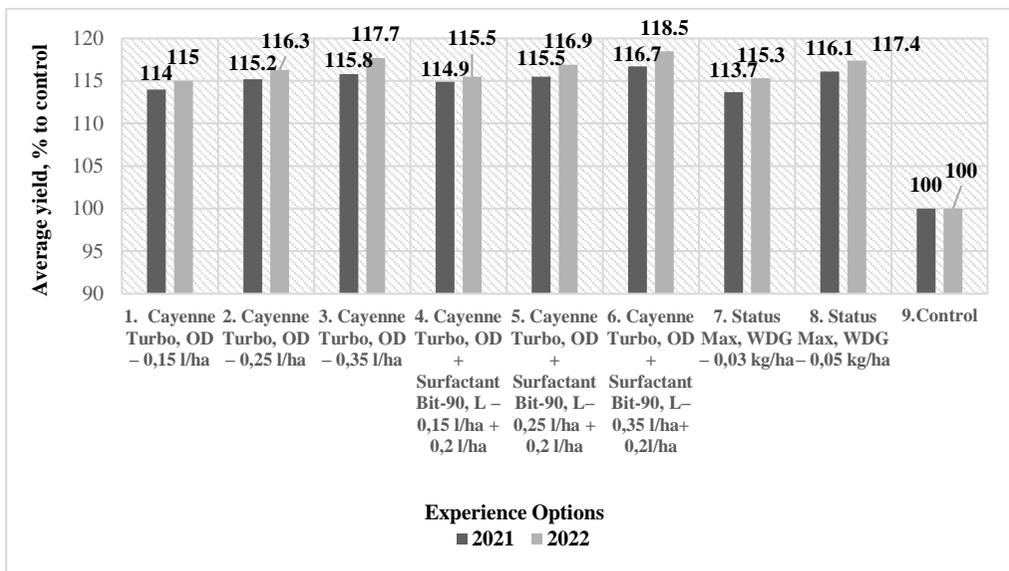
Application of herbicides has significantly eliminated weeds. In variants with introducing Cayenne Turbo, OD, both mixed with surfactant Bit-90, L and in its pure form, the reduction in the total number of weeds was 72.1 - 93.5%, the decline in the mass of annual dicotyledonous weeds was 85.8 - 99, 6%, and the reduction in the mass of perennial species 46.6 - 90.4%.

The maximum reduction in crop infestation was observed when Cayenne Turbo, OD surfactant Bit-90, L, 0.35 l/ha + 0.2 l/ha (93.5%) was applied.

Analogous data were obtained in 2022. In variants with introducing Cayenne Turbo, OD, both mixed with the surfactant Bit-90, L and in its pure form, the reduction in the total number of weeds was 74.3-93.5%, the reduction in the mass of annual dicotyledonous weeds was 82.8-98. 9%, mitigation in the mass of perennial species 58.6-92.9%.

The combination of Cayenne Turbo, OD + surfactant Bit-90, L provided the maximum reduction in the total number of weeds (93.5%).

During the research in this phase, the lowest value of the winter wheat yield was observed in the control variant of 33.9 c/ha. Statistically significant values of the harvested crop in the variants with introducing herbicide ranged from 11.8 to 14.7% in the 2021 season (LSD<sub>05</sub>= 0.87 c/ha). In the 2022 season, the yield of winter wheat in the control was 36.5 c/ha. Statistically significant values of the harvested crop in the variants with the application herbicide ranged from 12.3 to 16.7% (LSD<sub>05</sub> = 1.19 c/ha).



**Figure 5.** Winter wheat yield using the herbicide Cayenne Turbo, OD in the tillering phase (Rostov region, 2021-2022)

Therefore, the biological effectiveness of the herbicide Cayenne Turbo, OD, both in a mixture with surfactant Bit-90, L, and in its pure form was at the level of effectiveness of the standard Status Max, WDG in the relevant application regulations. The effectiveness of the combination of the drug and surfactant was higher than the effectiveness of the pure herbicide and the standard.

### 3.4 Polian, OD (225 g/l tribenuron-methyl + 76 g/l thifensulfuron-methyl)

The initial infestation of the experimental plot of winter wheat in the tillering phase (2021) with annual weeds was 67 ind./m<sup>2</sup>. The sowing was dominated by annual dicotyledonous weeds: Convolvulus buckwheat, Sophia descurainia and tenacious bedstraw. The number of perennial dicotyledonous weeds field bindweed was 14 ind./m<sup>2</sup>.

In variants with the application of Polian, OD, both in a mixture with surfactant Bit-90, L, and in its pure form, the reduction in the total number of weeds was 72.5 - 94.0%, the minimizing in the mass of annual dicotyledonous weeds was 87.2 - 100%, reduction in the mass of perennial species 44.2 – 88.1%.

The overall infestation of crops was significantly reduced when Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0.1 l/ha + 0.2 l/ha (94.0%) were applied on the 45th day after treatment.

The yield of winter wheat in the control was 33.6 c/ha (Table 3). Statistically significant values of the harvested crop in the variants with introducing herbicide ranged from 13.1 to 15.2%.

Table 3. Grain yield of winter wheat, variety Svarog at the tillering stage treated with the herbicides Polian, OD (Rostov Region, 2021)

Experimental options	Average yield	
	c/ha	% to control
1. Polian, OD - 0,05 l/ha	38,0	113,1
2. Polian, OD - 0,075 l/ha	38,4	114,3
3. Polian, OD – 0,1 l/ha	38,5	114,6
4. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,05 l/ha + 0,2 l/ha	38,2	113,7
5. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,075 l/ha + 0,2 l/ha	38,4	114,3
6. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,1 l/ha + 0,2 l/ha	38,7	115,2
7. Caliber Gold, WDG + surfactant Trend 90, L – 0,03 kg/ha + 0,2 l/ha	38,1	113,4
8. Caliber Gold, WDG – 0,05 kg/ha	38,6	114,9

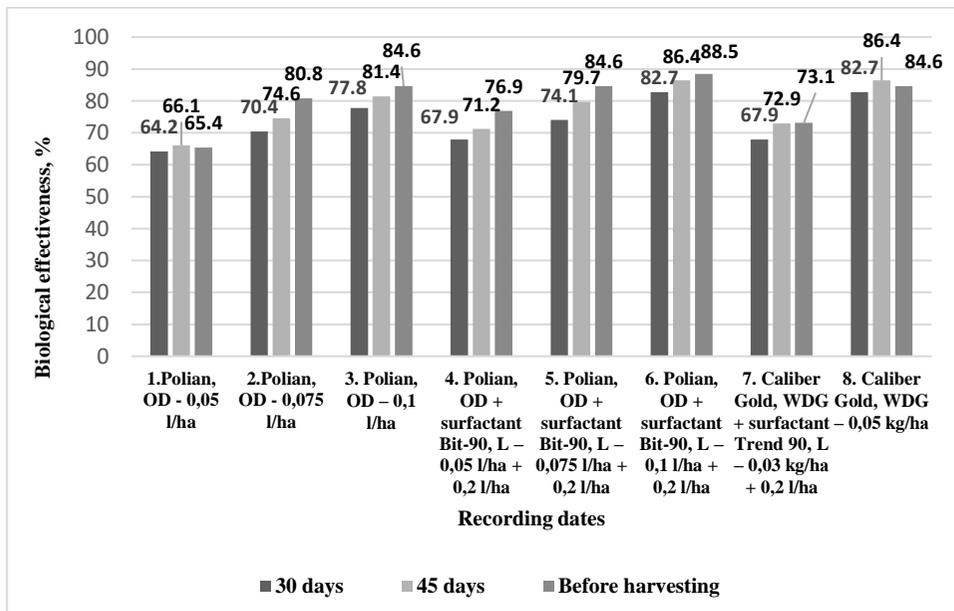
Experimental options	Average yield	
	c/ha	% to control
<b>9. Control</b>	33,6	100
<b>LSD<sub>05</sub> =</b>	0,81	

The initial infestation of the experimental plot of winter wheat with annual weeds during the exit into the tube phase (2021) was 80 ind./m<sup>2</sup>. The same types of weeds predominated in the crops. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 10 ind./m<sup>2</sup>.

Generally, the total number of weeds decreased when applying Tribune Ultra, OD + surfactant Bit-90, L – 0.1 l/ha + 0.2 l/ha (88.5%) (Figure 6).

The yield of winter wheat in the control was 33.9 c/ha. Statistically significant values of the harvested crop in the variants with herbicide ranged from 11.2 to 13.6% (LSD<sub>05</sub> = 0.93 c/ha).

The contamination of the investigational site during the tillering phase (2022) with annual weeds was 58 ind / m<sup>2</sup>. Annual dicotyledonous weeds prevailed in the sowing: Descurainia Sofia, Corn poppy and Catchweed Bedstraw. The number of perennial dicotyledonous weeds of the field loach was 8 copies/m<sup>2</sup>.



**Figure 6.** Biological effectiveness of the herbicide Polian, OD in the exit into the tube phase of winter wheat (Rostov region, 2021)

The total crop infection decreased significantly when applying Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0.1 l/ha + 0.2 l/ha and amounted to 96.6%.

Data on the yield of grains harvested in experiments using herbicides at the tillering stage are shown in Table 4. During the research, the lowest value of winter wheat yield was observed in the control variant, which is 37.3 c/ha.

The yield of winter wheat grain in all variants of the experiment fluctuated at the level of 42.5 – 43.7 c/ha.

**Table 4. Grain yield of winter wheat, treated with the herbicide Polian, OD (tillering stage, Rostov Region, 2022)**

Experimental options	Average yield	
	c/ha	% to control
<b>1. Polian, OD - 0,05 l/ha</b>	42,5	113,9
<b>2. Polian, OD - 0,075 l/ha</b>	42,9	115,0
<b>3. Polian, OD – 0,1 l/ha</b>	43,3	116,1
<b>4. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,05 l/ha + 0,2 l/ha</b>	42,7	114,5
<b>5. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,075 l/ha + 0,2 l/ha</b>	43,1	115,5
<b>6. Polian, OD + surfactant Bit-90, L – 0,1 l/ha + 0,2 l/ha</b>	43,7	117,2
<b>7. Caliber Gold, WDG + surfactant Trend 90, L – 0,03 kg/ha + 0,2 l/ha</b>	42,6	114,2
<b>8 Caliber Gold, WDG – 0,05 kg/ha</b>	43,4	116,4
<b>9. Control</b>	37,3	100

In the exit into the tube phase (2022), the initial infestation with annual weeds was 60 ind/m<sup>2</sup>. The same annual dicotyledonous weeds prevailed in the sowing. The number of perennial dicotyledonous weeds (field bindweed) was 9 ind/m<sup>2</sup>.

The results obtained on the biological effectiveness of herbicides are shown in Figure 7.

The most prominent decrease in the total contamination of crops in exit into the tube stage of winter wheat was observed before harvesting when applying the herbicide Polian, OD + surfactant Bit-90, W – 0.1 l/ha + 0.2 l/ha (93.1%).

Reduction in the mass of annual dicotyledonous weeds - 80.6-97.3%, decrease within the mass of perennial species - 49.9-91.3%.

During the research period, the lowest yield of winter wheat was noticed in the control variant of 37.0 c/ha. The grain yield of winter wheat in all experimental variants fluctuated at the level of 12.2 - 15.1% of the control (LSD<sub>05</sub> = 1.21 c/ha).

In consequence, the biological effectiveness of the herbicide Polian, OD, both in a mixture with the surfactant Bit-90, L, and in its pure form, was at the level of the effectiveness of the standard Caliber Gold, WDG, and both in a mixture with the surfactant Trend, 90, L, and in a pure form in the relevant regulations for use.

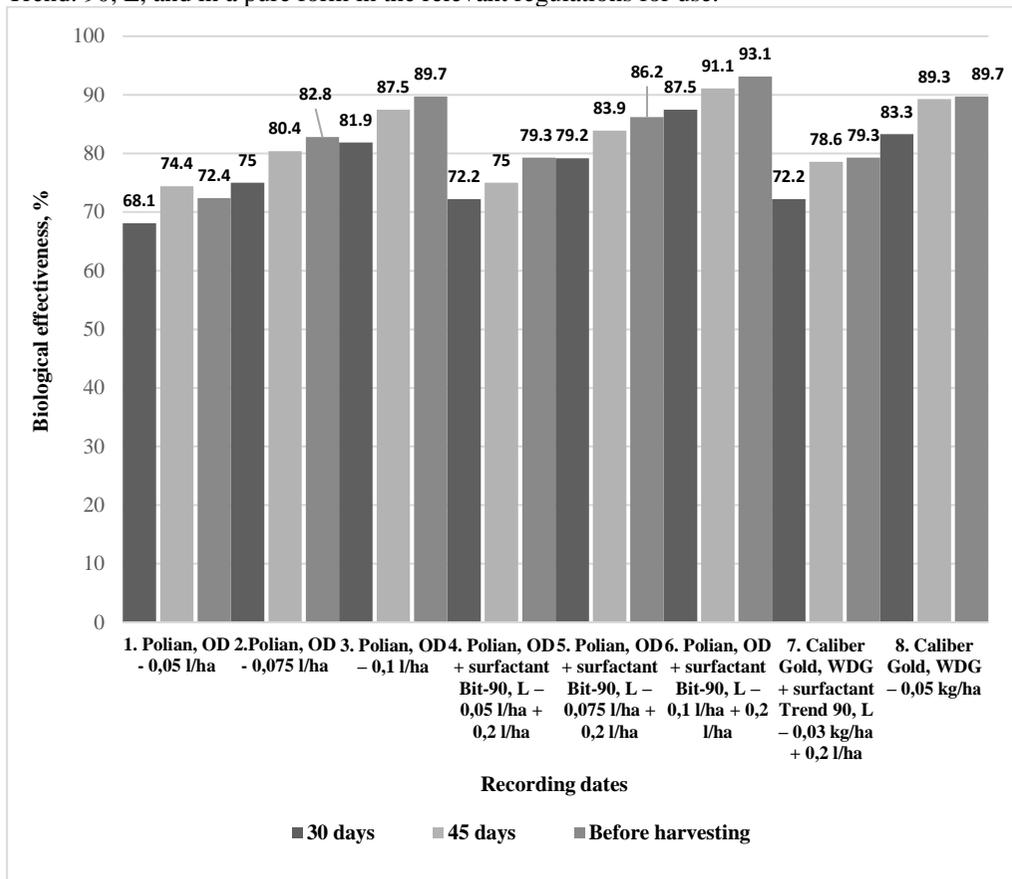


Figure 7. Biological effectiveness of the herbicide Polian, OD in the exit into the tube phase of winter wheat (Rostov Region, 2022)

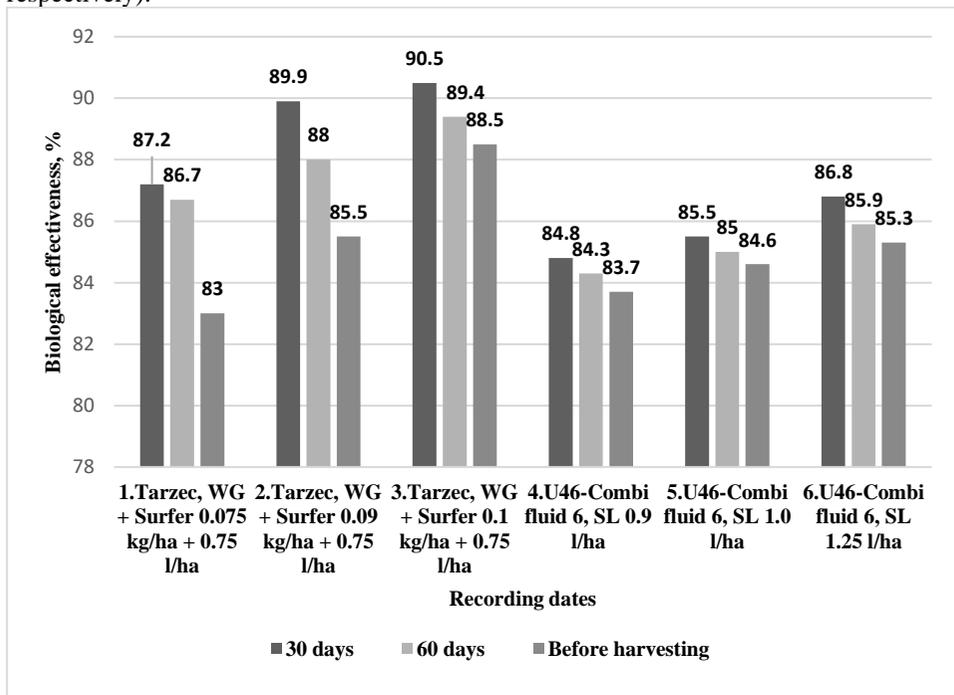
### 3.5. Tarzec WG, (Halauxifen-methyl 69.5 g/kg + Pyroxulam 250 g/kg)

The effectiveness of the herbicide Tarzec, WG was studied both in the territory of the Russian Federation and in Iraq.

Before starting the experiment in Iraq, the types of weeds in the plots were determined. At the experimental site, weeds from two groups were found: dicotyledons: *Beta vulgaris*, *Malva pravi flora*, *Silybum marianum*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium*

*murale*, *Daucus carota* and monocotyledons: *Lolium rigidum*, *Lolium temulentum*. The high effectiveness of the combined drug Tarzec, WG was noted for both groups of weeds, and the drug U46-Combi fluid 6, SL (standard) - only for dicotyledons. The results of assessing the biological effectiveness of herbicides are presented in Figure 8.

It should be noted that the highest efficiency of the drug Tarzec, WG was at a maximum rate of 0.1 kg/ha (90.5%, 89.4% and 88.5% according to the day of recording, respectively).

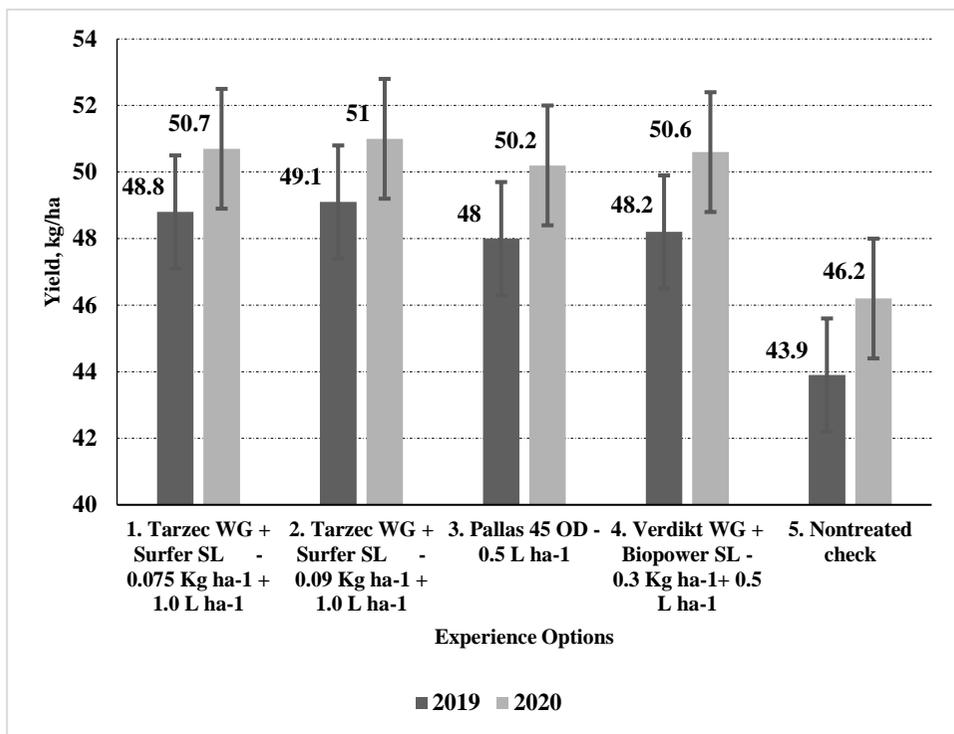


**Figure 8.** Biological effectiveness of the herbicide Tarzec, WG on winter wheat (Iraq, 2021)

In experiments conducted in the Russian Federation, the following weeds from two groups were present in the plots: *Galium aparine* L., *Papaver rhoeas* L., *Cerastium nemorale* M. Bieb. (dicots), as well as *Avena fatua* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. (annual grass).

The biological effectiveness of the herbicide Tarzec, WG against dicotyledonous weeds was 91.8-100%, and against annual grass, 85.5-97.5%.

Data on crop yield in experiments with the use of herbicides are shown in Figure 9.



**Figure 9.** Grain yield of the winter wheat, variety Kalym, treated with the herbicide Tarzec, WG (Rostov region, 2019, 2020).

In the untreated control, the yield of winter wheat was 43.9 c/ha (in 2019) and 46.2 c/ha (in 2020). For all variants of herbicides, a significant increase in yield was noted: by 9.3–11.8% in 2019; by 8.7–10.4% in 2020.

It can be concluded that the use of the herbicide Tarzek, WG + surfactant made it possible to reliably and effectively protect winter wheat crops from dicotyledonous and monocotyledonous weeds in the Russian Federation and in Iraq (Ali Abdullah Sultan Al-Maliki et al., 2022).

#### **Chapter 4 Ecotoxicological safety of new herbicides**

An essential direction for our research was the study of the degradation of the active ingredients of herbicides and the assessment of their toxic load.

##### **4.1 Herbicide residues in winter wheat plant material**

Our chromatographic studies showed that residual amounts of tribenuron-methyl, thifensulfuron-methyl and flumetsulam (Cayene Turbo, OD) and tribenuron-methyl and

thifensulfuron-methyl (Polian, OD) were not detected in the winter wheat crop in the Rostov region (Table 5).

**Table 5.** Content of residual amounts of active substances in winter wheat when using herbicides in the conditions of the Rostov region

<b>A drug. Rate of use according to the drug and (a. i)</b>	<b>Sampling time frame</b>	<b>Object Analysis</b>	<b>The content of the detected substance in the analyzed object, mg/kg</b>
<b>Cayenne Turbo, OD</b> (75+75+52) g/l 0,35 l/ha, 26,25 g/ha <b>tribenuron-methyl</b>	harvest	seed	Not detected
	harvest	straw	Not detected
<b>Cayenne Turbo, OD</b> (75+75+52) g/l 0,35 l/ha, 26,25 g/ha <b>thifensulfuron-methyl</b>	harvest	seed	Not detected
	harvest	straw	Not detected
<b>Cayenne Turbo, OD</b> (75+75+52) g/l 0,35 l/ha, 18,2 g/ha <b>flumetsulam</b>	harvest	seed	Not detected
	harvest	straw	Not detected
<b>Polian, OD</b> (225 + 76) g/l 0,1 l/ ha, 22,5 g/ha <b>tribenuron-methyl</b>	Processing day	green mass	Not detected
	10	green mass	Not detected
	20	green mass	Not detected
	30	seed	Not detected
	30	straw	Not detected
	harvest	seed	Not detected
	harvest	straw	Not detected
<b>Polian, OD</b> (225 + 76) g/l 0,1 l/ha, 7,6 g/ha <b>Thifensulfuron-methyl</b>	Processing day	green mass	Not detected
	10	green mass	Not detected
	20	green mass	Not detected
	30	seed	Not detected
	30	straw	Not detected
	harvest	seed	Not detected
	harvest	straw	Not detected

## 4.2 Toxic load of studied herbicides

The results of calculating the toxic load of the studied herbicides at their maximum application rates are given in Table 6.

Based on the data in the table, among the drugs studied, Tarzec, WG should be classified as low-hazard; Pinta, OD; Polian, OD and Cayenne Turbo, OD. The drug Fortissimo, OD, in terms of toxic load, is classified as moderately hazardous at the maximum rate of use.

Table 6. Toxic load of studied herbicides

Name of the drugs	Application rates l/ha	Toxic load, number of semi-lethal doses per ha	Characteristic
1. Tarzec, WG (halauxifen-methyl 70 g/kg + pyroxsulam 250 g/kg)	0,09	14,4	L-H*
2. Pinta, OD (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam)	0,15	2,4	L-H*
3. Fortissimo, OD (200 g/l 2,4-D acid/2-ethylhexyl ester/+10 g/l aminopyralid+ 5 g/l florasulam)	0,7	196	M-H**
4. Polian, OD (225 g/l tribenuron-methyl + 76 g/l thifensulfuron-methyl)	0,1	6,2	L-H*
5. Cayenne Turbo, OD (75 g/l tribenuron-methyl + 75 g/l thifensulfuron-methyl + 52 g/l flumetsulam)	0,35	13,5	L-H*

Note: \*l-h - low-risk; m-h\*\* - moderately dangerous.

## CONCLUSION

1. As a result of the study of new herbicides, a range of new combined preparations for protecting winter wheat has been developed: Pint, oil dispersion (OD) (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam); Fortissimo, OD (200 g/l 2,4-D acid /2-ethylhexyl ester/ + 10 g/l aminopyralid + 5 g/l florasulam); Cayenne Turbo, OD (75 g/l tribenuron-methyl + 75 g/l thifensulfuron-methyl + 52 g/l flumetsulam), Polian, OD (225 g/l tribenuron-methyl + 76 g/l thifensulfuron-methyl) and Tarzec , WG (galauxifen-methyl 69.5 g/kg + piroxulam 250 g/kg).

2. In the steppe regions of the Ciscaucasia, high biological effectiveness on winter wheat against the main types of weeds: Black bindweed, Descurainia Sofia, Corn poppy, Catchweed Bedstraw, field grass, field bindweed, is ensured by the use of new herbicides:

Pinta, OD – 81.1-100% (tillering phase), 73.7-94.7% (exit into the tube phase); Fortissimo, OD – 82.8-100% (tillering phase), 77.0-95.7% (exit into the tube phase); Cayenne Turbo, OD – 82.1-96.3% (tillering phase), 72.1-90.3% (exit into the tube phase); Polyane, OD – 72.5-93.1 % (tillering phase), 64.2-89.7% (exit into the tube phase).

3. Regulations have been developed for the effective and safe use of combined herbicides for protecting winter wheat (tillering - exit into the tube) in the steppe zone of the Ciscaucasia: Pinta, OD - 0.1-0.15 l/ha; Fortissimo, OD – 0.4-0.7 l/ha; Cayenne Turbo, OD – 0.15-0.35 l/ha; Polian, OD – 0.05-0.1 l/ha; Tarzec, WG – 0.075-0.09 kg/ha.

4. A comparative study of the effectiveness of the drug Tarzec, WG in Russia and Iraq made it possible to establish that the use of the herbicide can reliably and effectively protect winter wheat crops from dicotyledonous and monocotyledonous weeds. In Russia, the effectiveness reached 100%, in Iraq 90.5%.

5. The environmental safety of the final product and its compliance with hygienic standards GN 1.2.2890-11 is ensured by the fact that the active ingredients of the drugs (tribenuron-methyl, thifensulfuron-methyl and flumetsulam) are not detected in the winter wheat crop (grain and straw).

6. According to the toxic load indicator, the studied drugs can be classified as: - low-hazardous: Pinta, OD; Polian, OD; Cayenne Turbo, OD; Tarzec, WG; - to moderately dangerous: Fortissimo, OD.

## **PRACTICAL RECOMMENDATIONS**

1. The new herbicide Pinta, oil dispersion (OD) (50 g/l flumetsulam + 36 g/l florasulam) is included in the State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use in the Russian Federation (2023) and can be used to protect winter wheat from annual and perennial dicotyledonous weeds.

2. Results of studying new herbicides Fortissimo, OD (200 g/l 2,4-D acid /2-ethylhexyl ester/ + 10 g/l aminopyralid + 5 g/l florasulam); Cayenne Turbo, OD (75 g/l tribenuron-methyl + 75 g/l thifensulfuron-methyl + 52 g/l flumetsulam), Polian, OD (225 g/l tribenuron-methyl + 76 g/l thifensulfuron-methyl) and Tarzec, WG (galauxifen-methyl 69.5 g/kg + piroxulam 250 g/kg) in terms of assessing.

### **Articles published in publications recommended by the Higher Attestation Commission of the Russian Federation (VAK)**

1. **Al-Maliki, A.A.S.** Biological effectiveness of herbicides Tarzec, WG and U46-Combi fluid 6, SL in winter wheat crops / Ali A.S. Al-Maliki, V.I. Dolzhenko, T.V. Dolzhenko // News of the St. Petersburg State Agrarian University. – 2022. – No. 2(67). – P. 58-66. doi: 10.24412/2078-1318-2022-2-58-66.

2. **Al-Maliki, A.A.** Efficiency of a new domestic pesticide for the protection of winter wheat/ Ali A.S. Al-Maliki, V.I. Dolzhenko, T.V. Dolzhenko, O.V. Dolzhenko // News of the St. Petersburg State Agrarian University. – 2023. – No. 2 (71). – P. 47-56. doi:10.24412/2078- 1318-2023-2-47-5.

3. **Al-Maliki A.A.**, Mohanad B.A. Isawi, Khilevsky V.A. The protection of winter wheat from harmful organisms // News of the St. Petersburg State Agrarian University. – 2024. – No.1(75). – P.36-47. DOI: 10.24412/2078-1318-2024-1-36-47.

### **List of works of articles published in other publications and collections**

1. Golubev, A.S. Evaluation the efficiency of newly combined herbicide pyroxsulam and galaxifen-methyl in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / A.S. Golubev, **Al-Maliki Ali A.S.**, V.I. Dolzhenko, A.P Savva, T.V. Dolzhenko // Indian Journal of Agricultural Research. - 2023. - №. 57. - P. 1-6. DOI: 10.18805/IJARE.AF-770. (Scopus).

2. **Al-Maliki, A.A.S.** Effective herbicides for protecting winter wheat from weeds in Iraq / A.A.S. Al-Maliki, T.V. Dolzhenko // Intellectual potential of young scientists as a driver for the development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference of young scientists and students (St. Petersburg - Pushkin, March 16–18, 2022). – Part I / St. Petersburg State University. – St. Petersburg, 2022. – P.36-38.

3. **AL-Maliki, A.A.S.** Evaluation the effectiveness of new pesticides components for protection winter wheat from pests in Iraq / AL-Maliki.A.A.S., Mohanad Bahr Awad Isawi // International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA». - UAE, 2022. – P. 191-196. DOI 10.34660/INF.2022.20.86.064.

4. **Al-Maliki, A.A.S.** Protection of winter wheat from pests in the Rostov region / A.A.S. Al-Maliki, M.B.A. Isawi, V.A. Khilevsky, T.V. Dolzhenko // Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists “Integrated Plant Protection System: State of the Art and Prospects”. Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine. - Almaty, 2022.- P. 453-459.

**АЛЬ-МАЛИКИ АЛИ АБДУЛЛА СУЛТАН**

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ  
ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Шифр и наименование специальности:

4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Москва – 2024

Работа выполнена на кафедре защиты и карантина растений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

**Научный руководитель:** Долженко Татьяна Васильевна, доктор биологических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Глинушкин Алексей Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт органической химии им. Н.Д. Зеленского Российской академии наук»

Ладан Сергей Семёнович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией экотоксикологии ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Защита диссертации состоится «29» мая 2024 г. в 11-00 часов на заседании диссертационного совета ПДС 2021.002 при ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу 117198, ул. Миклухо-Маклая, д. 8 корп.2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке в УНИБЦ (Научной библиотеке) ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) по адресу: 117198 ул. Миклухо-Маклая, д. 6, и на сайте: <https://www.rudn.ru/science/dissovet>.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета ПДС 2021.002,  
кандидат сельскохозяйственных наук

Введенский  
Валентин Валентинович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В последнее время рынок зерна в России стремительно развивается, страна является одним из мировых лидеров по производству и экспорту зерна. Среди зерновых культур, выращиваемых в России, наибольшую долю занимает пшеница. (Agarkin, Makhotina, 2021; Некрасов и др., 2022; Поддымкина, 2022). В степной зоне Северного Кавказа ведущее место принадлежит озимой пшенице. Серьезным фактором, ограничивающим высокие урожаи пшеницы, являются сорные растения. Эффективная борьба с сорняками основана на правильном выборе гербицидов и соблюдении регламентов их применения (Kraehmer *et al.*, 2014; Monteiro, Santos, 2022; Rajmohan *et al.*, 2022).

В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ N 642 от 01.12.2016, одной из приоритетных задач развития страны является переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству. Выполнить поставленную задачу без серьезных научных исследований по эффективности и безопасности новых средств защиты растений невозможно.

**Степень разработанности темы исследования.** Важным ограничивающим фактором в агрофитоценозах пшеницы озимой в степной зоне Предкавказья являются сорные растения. Однако, многие аспекты эффективной борьбы с ними на посевах культуры остаются неясными: по этим направлениям и ведутся исследования по поиску новых средств и технологий (Павлюшин и др., 2015; Хилевский, 2017; Долженко и др., 2021, Санин и др., 2022; Маханькова и др., 2022).

### **Цель и задачи работы.**

Цель исследований - определение биологической эффективности и разработка регламентов применения новых комбинированных гербицидов для совершенствования ассортимента средств защиты пшеницы озимой в условиях степной зоны Предкавказья.

Исходя из цели научной работы, нами были поставлены следующие задачи:

1. разработать ассортимент новых комбинированных препаратов, действующие вещества которых относятся к различным химическим классам в борьбе с сорными растениями на пшенице озимой;
2. оценить биологическую эффективность новых фитосанитарных средств для защиты пшеницы озимой от сорных растений;
3. разработать регламенты эффективного и безопасного использования препаратов для защиты пшеницы озимой от комплекса сорных организмов;
4. оценить экотоксикологические показатели новых комбинированных препаратов для защиты пшеницы озимой от сорных растений.

**Научная новизна.** Впервые в условиях степной зоны Предкавказья изучено действие новых комбинированных препаратов из различных химических классов на сорные растения в посевах пшеницы озимой: Пинта, масляная дисперсия (МД); фортиссимо, МД; Кайен Турбо, МД; Полиан, МД и Тарзек, водорастворимые гранулы (ВГ). Установлена высокая биологическая эффективность (до 100%)

изученных препаратов. Разработаны регламенты применения этих 5 новых препаратов. Доказана экотоксикологическая малоопасность изученных препаратов при соблюдении регламентов их применения.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Полученные результаты исследований дополняют теоретические представления о возможностях применения новых гербицидов в системах защиты пшеницы озимой. Результаты исследований явились основой государственной регистрации гербицида Пинта, МД.

**Методология и методы исследований.** Методологические подходы наших исследований основаны на принципах фитосанитарной оптимизации агрофитоценозов, изучении данных литературы, определении цели, задач исследований, постановке лабораторных и полевых экспериментов, математической обработке полученных результатов. Исследования проводили в соответствии с утвержденными Научно-техническим советом Минсельхоза России методами изучения эффективности и безопасности пестицидов.

**Положения, выносимые на защиту:**

- Современные эффективные средства борьбы с сорными растениями на пшенице озимой в условиях степной зоны Предкавказья.
- Регламенты применения новых препаратов для борьбы с сорными растениями.

**Степень достоверности и апробация результатов исследований.**

Степень достоверности результатов исследований достигнута достаточным объемом полученных экспериментальных данных, проведением статистических обработок и выявлением достоверности различий. Основные результаты диссертационной работы обсуждались на: международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся «Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК» (Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2022, 2023); международной научно-практической конференции «Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений в национальной экономике» (Санкт-Петербург, СПбГАУ, 2022); международной научно-практической конференции молодых ученых «Интегрированная система защиты растений: состояние и перспективы» (Алматы, 2022); International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA» (UAE, 2022).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 7 печатных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

**Личный вклад автора.** Представленная диссертационная работа является результатом научных исследований, выполненных лично автором в период обучения в аспирантуре. Диссертанту принадлежит подготовка и проведение лабораторных и полевых исследований, учётов и наблюдений, анализ полученных результатов, написание диссертации и научных статей.

**Структура и объём работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, практических рекомендаций, списка литературы, приложений.

Диссертация изложена на 159 страницах, содержит 61 таблицу, 34 рисунка. Список цитированной литературы включает 189 источников.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1 Особенности агрофитоценоза пшеницы озимой. Методы и средства борьбы с сорной растительностью (обзор литературы)

В главе проанализированы данные литературы по составу фитоценоза пшеницы озимой в степном районе Предкавказья. Приведены основные методы борьбы с сорными растениями в посевах пшеницы озимой (агротехнический и химический). Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности и контроля применения гербицидов на зерновых культурах.

### 2 Условия, материалы и методы исследований

Диссертационная работа была выполнена на кафедре защиты и карантина растений Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

Изучение эффективности гербицидов проводили в течение вегетационных периодов 2019-2022 гг. в Сальском районе Ростовской области.

Объектами исследований были основные виды сорных растений: *гречишка вьюнковая* – *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, *дескурайния Софии* – *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *мак самосейка* – *Papaver rhoeas* L., *подмаренник цепкий* – *Galium aparine* L., *ярутка полевая* - *Thlaspi arvense* L., *вьюнок полевой* – *Convolvulus arvensis* L.

Материалом исследований служили следующие гербициды: Пинта, масляная дисперсия (МД) (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама); Фортиссимо, МД (200 г/л 2,4-Д кислоты /сложный 2-этилгексилловый эфир/ + 10 г/л аминокпиралида + 5 г/л флорасулама); Кайен Турбо, МД (75 г/л трибенурон-метила + 75 г/л тифенсульфурон-метила + 52 г/л флуметсулама), Полиан, МД (225 г/л трибенурон-метила + 76 г/л тифенсульфурон-метила) и Тарзек, ВГ.

В опытах были использованы два сорта пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.): Сварог и Гром. Фазы развития растений пшеницы на момент обработок - кущение и выход в трубку.

Оценку биологической эффективности гербицидов проводили в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве (2013) и Методическими рекомендациями по проведению регистрационных испытаний гербицидов (2020).

Отбор образцов для исследования по определению микроколичеств препаратов проводили в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания, объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (1979). Изучение остаточных количеств действующих веществ пестицидов в зеленой массе и урожае пшеницы озимой проводили в аналитической лаборатории Центра биологической регламентации использования пестицидов ФГБНУ ВИЗР.

Анализ образцов на содержание действующих веществ: трибенурон-метила проводили в соответствии с методическими указаниями МУК 4.1.2022-05; тифенсульфурон-метила - МУ № 6137-91; флуметсулама - МУК 4.1.1442-03.

Расчет токсической нагрузки препаратов проводили по методу Ю.Н. Фадеева (1988).

Статистическая обработка полученных результатов проведена путем оценки существенности различий выборочных средних по показателю наименьшей существенной разности (НСР) с использованием электронных таблиц «Microsoft Office Excel».

### Глава 3 Эффективность действия гербицидов в посевах пшеницы озимой и регламенты их применения

#### 3.1 Пинта, МД (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама)

В условиях 2020 г. до внесения гербицидов в фазу кушения пшеницы озимой исходная засоренность опытного участка однолетними сорняками составляла 64 экз./м<sup>2</sup>. В посевах преобладали однолетние двудольные сорняки: дескурайния Софии, подмаренник цепкий, ярутка полевая. Количество многолетних двудольных сорняков вида вьюнок полевой составляло 7 экз./м<sup>2</sup>. В фазу выход в трубку исходная засоренность однолетними сорняками составляла 76 экз./м<sup>2</sup>. В посевах преобладали те же сорные растения. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) - 9 экз./м<sup>2</sup>.

Внесение гербицидов в фазу кушения культуры привело к существенному подавлению сорных растений. В вариантах с внесением изучаемого гербицида в нормах применения 0,1 и 0,15 л/га снижение общего количества сорных растений составляло 85,2 – 100% (рисунок 1). Снижение массы однолетних сорняков составило 92,1 – 99,4%, снижение массы многолетних видов 76,1 – 97,1%, что соответствовало уровню эффективности эталона Дерби 175, СК.

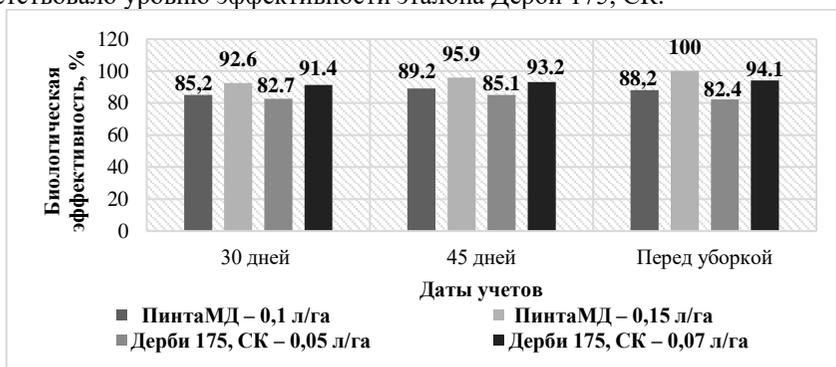


Рисунок 1 - Биологическая эффективность гербицида Пинта, МД (фаза кушения, Ростовская область, 2020 г.)

Внесение гербицидов в фазу выхода в трубку также способствовало заметному подавлению сорных растений: в обоих вариантах снижение общего количества сорных растений составляло 75,9 – 94,7%, снижение массы однолетних сорняков – 89,5 – 98,3%, снижение массы многолетних видов 67,0 – 92,8%.

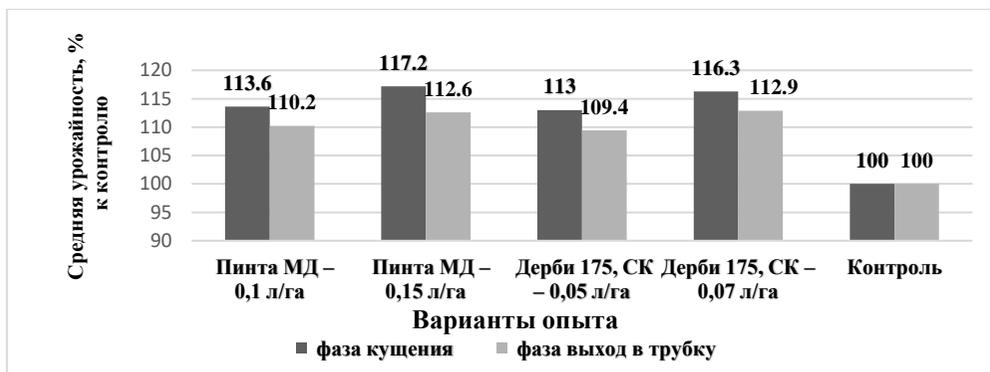
Исходная засоренность опытного участка в 2021 году (фаза кушения) однолетними сорняками составляла 67 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: гречишка вьюнковая, дескурайния Софии и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 14 экз./м<sup>2</sup>.

Снижение общего количества сорных растений при применении изучаемого гербицида в вариантах опыта составляло 81,1 – 96,2%, снижение массы однолетних сорняков – 86,0 – 99,1%, снижение массы многолетних видов 55,5 – 89,3%.

Засоренность опытного участка однолетними сорняками составляла 80 экз./м<sup>2</sup> (фаза пшеницы – выход в трубку). В посеве преобладали те же виды однолетних двудольных сорняков. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 10 экз./м<sup>2</sup>.

В результате применения изучаемого гербицида в обеих нормах были получены следующие результаты: снижение общего количества сорных растений составляло 73,7 – 92,9%, снижение массы однолетних сорняков – 84,1 – 97,4%, снижение массы многолетних видов 48,2 – 79,4%.

При визуальных наблюдениях за растениями пшеницы в ходе экспериментов было продемонстрировано отсутствие негативного влияния нового гербицида на их рост и развитие. Все проведенные обработки изучаемым гербицидом достоверно влияли на урожайность зерна пшеницы по сравнению с контролем (НСР<sub>05</sub>=0,66 ц/га (2020 г.) и НСР<sub>05</sub>=1,3 ц/га (2021 г.) соответственно). Результаты 2021 года представлены на рисунке 2.



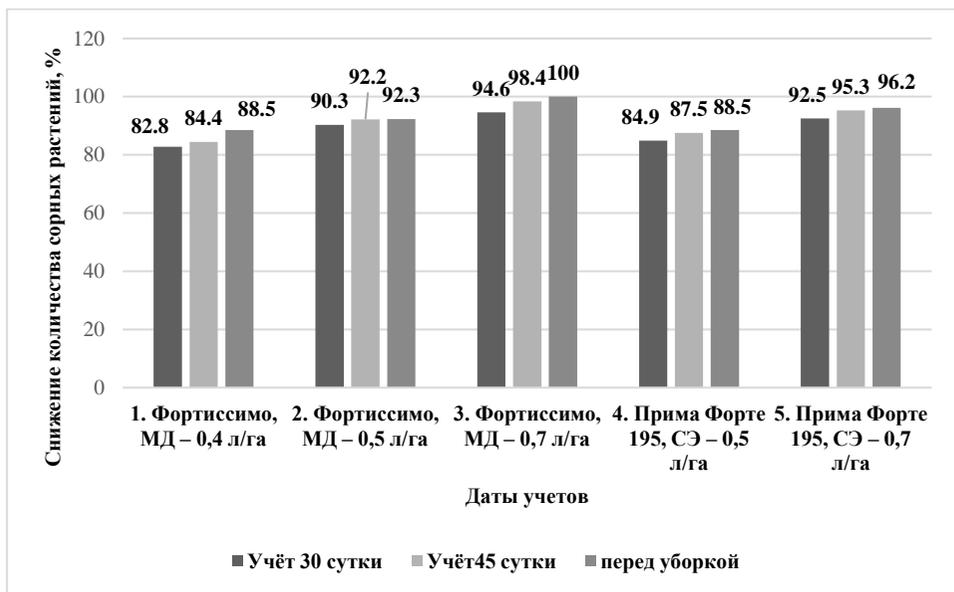
**Рисунок 2.** Урожайность пшеницы озимой сорта Сварог при использовании гербицида Пинта, МД (Ростовская область, 2021 г.)

По результатам исследований можно отметить, что биологическая эффективность применения нового комбинированного гербицида Пинта, МД (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама) в нормах 0,1 и 0,15 л/га в фазы кущение – выход в трубку была на уровне эффективности эталона Дерби 175, СК в соответствующих регламентах применения и обеспечивала защиту культуры и прибавку урожая (Аль-Малики, А.А. и др., 2023).

### 3.2 Фортиссимо, МД (200 г/л 2,4-Д кислоты /сложный 2-этилгексилловый эфир +10 г/л аминокпиралида+5 г/л флорасулама)

Исходная засоренность на опытном участке пшеницы озимой в фазу кущения однолетними сорняками в 2021 году составляла 67 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: гречишка вьюнковая, дескурайния Софии и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 14 экз./м<sup>2</sup>.

Применение гербицида Фортиссимо, МД способствовало существенному подавлению сорных растений в вариантах с внесением 0,4 – 0,5 – 0,7 л/га. Максимальная эффективность достигала 100 % в норме 0,7 л/га (рисунок 3).

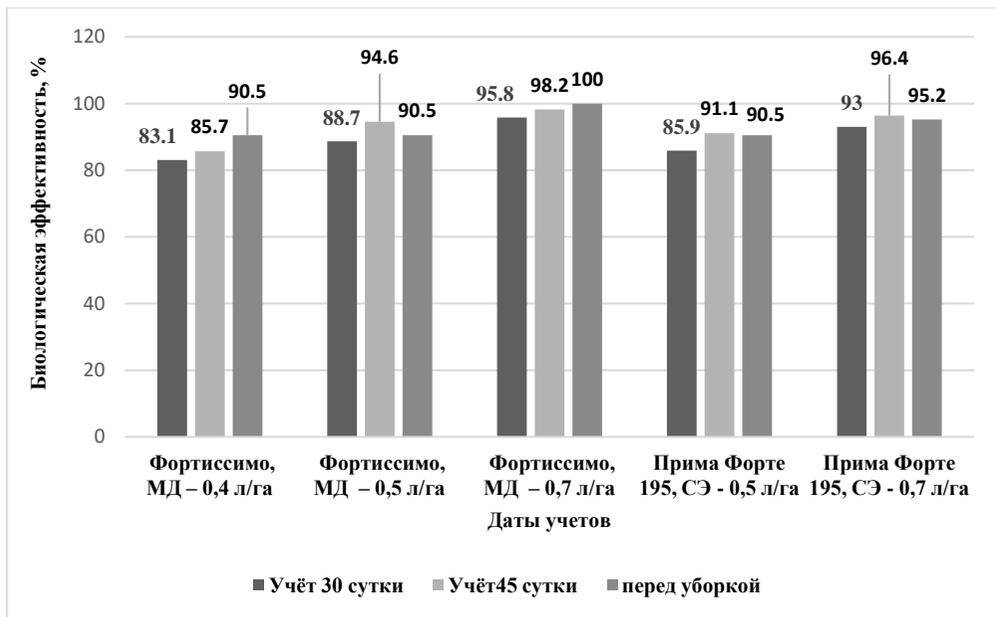


**Рисунок 3** - Биологическая эффективность гербицида Фортиссимо, МД в фазе кущения пшеницы озимой (Ростовская область, 2021 г.)

Исходная засоренность культуры в фазу выхода в трубку однолетними сорняками составляла 80 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали те же виды однолетних двудольных сорняков. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 10 экз./м<sup>2</sup>.

Максимальное снижение общего количества сорных растений в посевах пшеницы озимой после обработки наблюдалось при использовании 0,7 л/га Фортиссимо, МД - 92,3%.

Внесение гербицида в 2022 году также способствовало существенному подавлению сорных растений и его эффективность достигала 100 % (рисунок 4).



**Рисунок 4** - Биологическая эффективность гербицида Фортиссимо, МД в фазу кущения пшеницы озимой (Ростовская область, 2022 г.)

Применение изученного гербицида в 2021 и 2022 гг. достоверно влияло на урожайность зерна пшеницы по сравнению с контролем (таблица 1) (НСР<sub>0,5</sub> = 1,41 ц/га и НСР<sub>0,5</sub> = 1,27 ц/га соответственно фазам в 2021 г.), НСР<sub>0,5</sub> = 1,57 ц/га и НСР<sub>0,5</sub> = 1,39 ц/га соответственно фазам 2022 г.).

**Таблица 1. Урожайность пшеницы озимой сорта Юка при использовании гербицида фортиссимо, МД (фаза выход в трубку, Ростовская область, 2022 г.)**

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	ц/га	% к контролю
1. Фортиссимо, МД – 0,4 л/га	41,6	113,0
2. Фортиссимо, МД – 0,5 л/га	42,1	114,4
3. Фортиссимо, МД – 0,7 л/га	43,0	116,8
4. Ланцелот 450, ВДГ – 0,03 кг/га	42,3	114,9
5. Ланцелот 450, ВДГ – 0,33 кг/га	42,8	116,3
6. Контроль	36,8	100
НСР <sub>05</sub>	1,39	

Таким образом, биологическая эффективность гербицида фортиссимо, МД была на уровне эффективности эталонов в соответствующих регламентах применения. Использование препарата было безопасным для защищаемой культуры.

### **3.3 Кайен Турбо, МД (75 г/л трибенурон-метила + 75 г/л тифенсульфурон-метила + 52 г/л флуметсулама)**

Исходная засоренность опытного участка однолетними сорняками в 2021 году в фазу кущения составляла 67 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: гречишка вьюнковая, дескурайния Софии и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 14 экз./м<sup>2</sup>.

Внесение гербицидов способствовало существенному подавлению сорных растений. В вариантах с внесением Кайен Турбо, МД, как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж, так и в чистом виде снижение общего количества сорных растений составляло 82,7 – 97,2%, снижение массы однолетних двудольных сорняков – 89,9 – 100%, снижение массы многолетних видов 51,9 – 96,6%.

Наши исследования показали, что эффективность препарата повышалась при применении ПАВ: в норме применения гербицида 0,15 л/га она максимально составила 84,5 %, а с добавлением ПАВ – 89,7 %; в норме 0,25 л/га – 90,1 и 94,4 % соответственно; в норме 0,35 л/га – 93,1 и 97,2 % соответственно.

Большинство видов сорных растений проявляло к гербициду Кайен Турбо, МД высокую чувствительность (таблица 2).

Аналогичные данные были получены при внесении гербицидов в фазу кущения в 2022 году. В вариантах с внесением Кайен Турбо, МД, как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж, так и в чистом виде снижение общего количества сорных растений составляло 82,1-100%.

Наибольшее снижение общей засоренности посевов пшеницы озимой наблюдалось при внесении 0,35 л/га + 0,2 л/га препарата Кайен Турбо, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 100%, что превышало эффективность эталона Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га (96,3%).

Урожайность пшеницы озимой в контроле (фаза кущения, 2021 г.) составила 34,2 ц/га. Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 14,0 до 16,7% (НСР<sub>05</sub>= 1,09 ц/га). Урожайность в контроле в 2022 году составила 36,7 ц/га. Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 15,0 до 18,5 % (НСР<sub>05</sub>= 1,39 ц/га) (рисунок 5).

Исходная засоренность опытного участка пшеницы озимой в фазу выхода в трубку (2021 г.) однолетними сорняками составляла 80 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: гречишка вьюнковая, дескурайния Софии и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 10 экз./м<sup>2</sup>.

**Таблица 2. Влияние гербицида Кайен Турбо, МД на отдельные виды сорных растений в посевах пшеницы озимой (фаза кущения, Ростовская обл., 2021 г.)**

Варианты опыта	Даты учетов	Снижение количества сорных растений, % к контролю			
		<i>Fallopia convolvulus</i>	<i>Descurainia sophia</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>
1. Кайен Турбо, МД – 0,15 л/га	23.05	92,9	93,1	72,7	43,8
	07.06	96,0	94,1	78,6	60,0
	07.07	100	100	87,5	63,6
2. Кайен Турбо, МД – 0,25 л/га	23.05	95,2	96,6	81,8	50,0
	07.06	100	100	85,7	66,7
	07.07	100	100	100	72,7
3. Кайен Турбо, МД – 0,35 л/га	23.05	97,6	100	90,9	56,3
	07.06	100	100	92,9	73,3
	07.07	100	100	100	81,8

4. Кайен Турбо, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,15 л/га + 0,2 л/га	23.05	95,2	93,1	81,8	50,0
	07.06	92,0	100	85,7	66,7
	07.07	100	100	100	72,7
5. Кайен Турбо, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,25 л/га + 0,2 л/га	23.05	95,2	100	90,9	56,3
	07.06	100	100	92,9	80,0
	07.07	100	100	100	81,8
6. Кайен Турбо, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,35 л/га + 0,2 л/га	23.05	97,6	100	100	68,8
	07.06	100	100	100	86,7
	07.07	100	100	100	90,9
7. Статус Макс, ВДГ – 0,03 кг/га	23.05	90,5	89,7	63,6	62,5
	07.06	92,0	94,1	78,6	66,7
	07.07	100	100	75,0	72,7
8. Статус Макс, ВДГ – 0,05 кг/га	23.05	95,2	96,6	81,8	81,3
	07.06	100	100	92,9	86,7
	07.07	100	100	100	90,9
9. Контроль*	23.05	42	29	11	16
	07.06	25	17	14	15
	07.07	8	2	8	11

\*В контролях представлены данные о количестве сорных растений, экз./м<sup>2</sup>.

Внесение гербицидов способствовало существенному подавлению сорных растений. В вариантах с внесением Кайен Турбо, МД как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж так и в чистом виде снижение общего количества сорных растений составляло 72,1 – 93,5%, снижение массы однолетних двудольных сорняков – 85,8 – 99,6%, снижение массы многолетних видов 46,6 – 90,4%.

Максимальное снижение засоренности посевов наблюдали при внесении Кайен Турбо, МД ПАВ Бит-90, Ж, 0,35 л/га + 0,2 л/га (93,5%).

Аналогичные данные были получены в 2022 году. В вариантах с внесением Кайен Турбо, МД как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж так и в чистом виде снижение общего количества сорных растений составляло 74,3-93,5%, снижение массы однолетних двудольных сорняков – 82,8-98,9%, снижение массы многолетних видов 58,6-92,9%.

Комбинация Кайен Турбо, МД + ПАВ Бит-90, Ж обеспечила максимальное снижение общего количества сорных растений (93,5%).

За время проведения исследований в данную фазу наименьшее значение величины урожайности пшеницы озимой наблюдалось в контрольном варианте 33,9 ц/га. Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 11,8 до 14,7% в сезоне 2021 года ( $HCp_{05} = 0,87$  ц/га). В сезоне 2022 года урожайность пшеницы озимой в контроле составила 36,5

ц/га. Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 12,3 до 16,7% (НСР<sub>05</sub>= 1,19 ц/га).

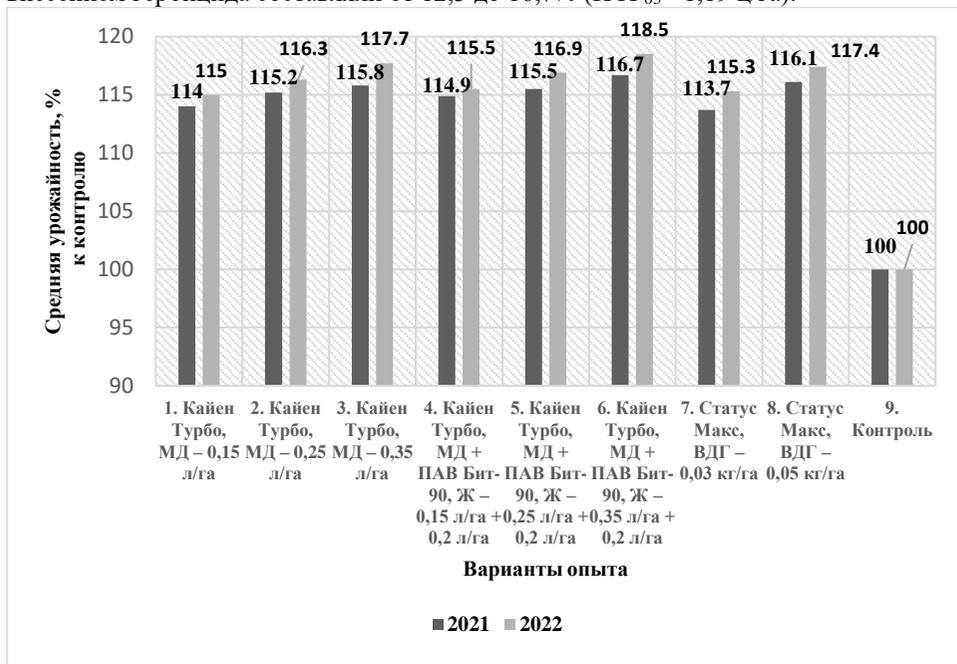


Рисунок 5. Урожайность пшеницы озимой при использовании гербицида Кайен Турбо, МД в фазу кушения (Ростовская область, 2021-2022 гг.)

Таким образом, биологическая эффективность гербицида Кайен Турбо, МД, как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж, так и в чистом виде была на уровне эффективности эталона Статус Макс, ВДГ в соответствующих регламентах применения. Эффективность комбинации препарата и ПАВ была выше эффективности чистого гербицида и эталона.

### 3.4 Полиан, МД (225 г/л трибенурон-метила + 76 г/л тифенсульфурон-метила)

Исходная засоренность опытного участка пшеницы озимой в фазу кушения (2021 г.) однолетними сорняками составляла 67 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: гречишка вьюнковая, дескурайния Софии и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков вьюнок полевой составляло 14 экз./м<sup>2</sup>.

В вариантах с внесением Полиан, МД, как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж, так и в чистом виде снижение общего количества сорных растений составляло 72,5 – 94,0%,

снижение массы однолетних двудольных сорняков – 87,2 – 100%, снижение массы многолетних видов 44,2 – 88,1%.

Общая засоренность посевов существенно снижалась при внесении Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га (94,0%) на 45 сутки после обработки.

Урожайность пшеницы озимой в контроле составила 33,6 ц/га (таблица 3). Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 13,1 до 15,2%.

**Таблица 3. Урожайность пшеницы озимой сорта Сварог в фаза кушения при использовании гербицида Полиан, МД (Ростовская область, 2021 г.)**

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	ц/га	% к контролю
1. Полиан,МД – 0,05 л/га	38,0	113,1
2. Полиан,МД – 0,075 л/га	38,4	114,3
3. Полиан,МД – 0,1 л/га	38,5	114,6
4. Полиан,МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,05 л/га + 0,2 л/га	38,2	113,7
5. Полиан,МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,075 л/га + 0,2 л/га	38,4	114,3
6. Полиан,МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га	38,7	115,2
7. Калибр Голд, ВДГ + ПАВ Тренд 90, Ж – 0,03 кг/га + 0,2 л/га	38,1	113,4
8. Калибр Голд, ВДГ – 0,05 кг/га	38,6	114,9
9. Контроль	33,6	100
НСР <sub>05</sub> =	0,81	

Исходная засоренность опытного участка пшеницы озимой в фазу выхода в трубку (2021 г.) однолетними сорняками составляла 80 экз./м<sup>2</sup>. В посевах преобладали те же виды сорных растений. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 10 экз./м<sup>2</sup>.

Максимально снижалось общее количество сорных растений при использовании Трибун Ультра, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га (88,5%) (рисунок 6).

Урожайность пшеницы озимой в контроле составила 33,9 ц/га. Статистически достоверные величины сохранного урожая в вариантах с внесением гербицида составляли от 11,2 до 13,6% (НСР<sub>05</sub>=0,93 ц/га).

Засоренность опытного участка в фазу кущения (2022 г.) однолетними сорняками составляла 58 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали однолетние двудольные сорняки: дескурайния Софии, мак самосейка и подмаренник цепкий. Количество многолетних двудольных сорняков выюнок полевой составляло 8 экз./м<sup>2</sup>.

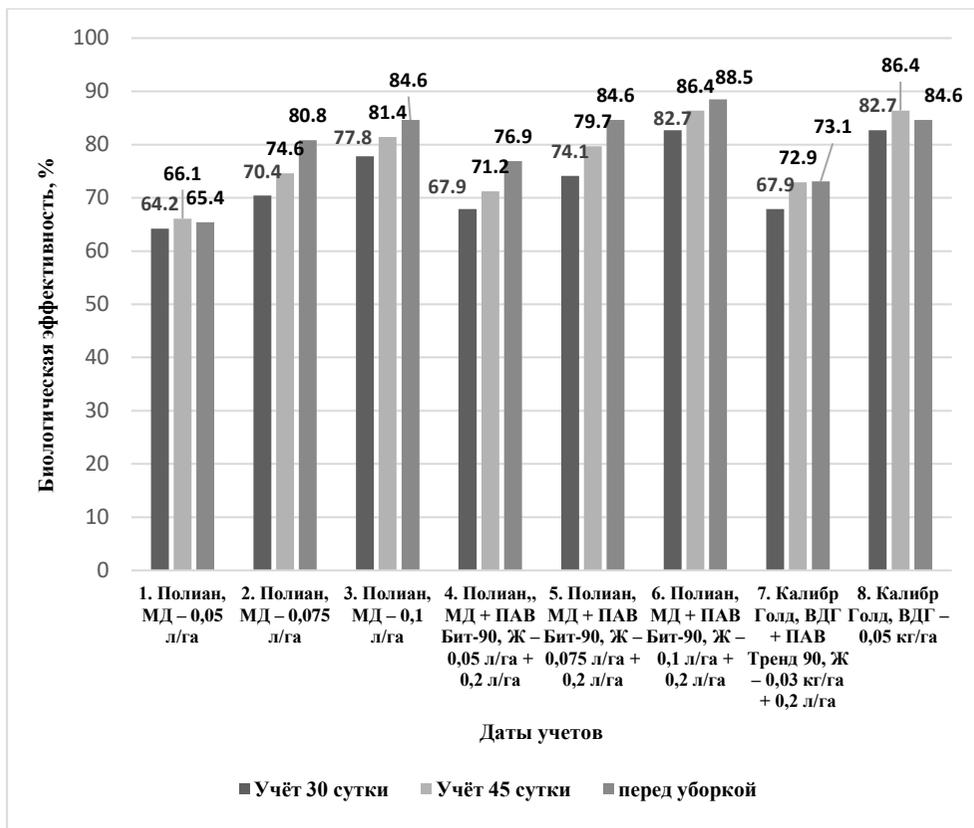


Рисунок 6. Биологическая эффективность гербицида Полиан, МД в фазу выхода в трубку пшеницы озимой (Ростовская область, 2021 г.)

Максимально снижалась общая засоренность посевов при внесении Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га и составляла 96,6%.

Данные по собранному урожаю зерна в опытах с использованием гербицидов в фазе кущения приведены в таблице 4. За время проведения исследований наименьшее значение величины урожайности пшеницы озимой наблюдалось в контрольном варианте 37,3 ц/га.

Величина урожайности зерна пшеницы озимой во всех вариантах опыта колебалась на уровне 42,5 – 43,7 ц/га.

**Таблица 4. Урожайность пшеницы озимой при использовании гербицида Полиан, МД (фаза кушения, Ростовская область, 2022 г.)**

Варианты опыта	Средняя урожайность	
	ц/га	% к контролю
1. Полиан, МД – 0,05 л/га	42,5	113,9
2. Полиан, МД – 0,075 л/га	42,9	115,0
3. Полиан, МД – 0,1 л/га	43,3	116,1
4. Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,05 л/га + 0,2 л/га	42,7	114,5
5. Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,075 л/га + 0,2 л/га	43,1	115,5
6. Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га	43,7	117,2
7. Калибр Голд, ВДГ + ПАВ Тренд 90, Ж – 0,03 кг/га + 0,2 л/га	42,6	114,2
8. Калибр Голд, ВДГ – 0,05 кг/га	43,4	116,4
9. Контроль	37,3	100

В фазу выход в трубку (2022) исходная засоренность однолетними сорняками составляла 60 экз./м<sup>2</sup>. В посеве преобладали те же однолетние двудольные сорняки. Количество многолетних двудольных сорняков (вьюнок полевой) составляло 9 экз./м<sup>2</sup>.

Полученные результаты по биологической эффективности гербицидов представлены на рисунке 7.

Наибольшее снижение общей засоренности посевов в фазу выхода в трубку озимой пшеницы наблюдалось перед уборкой при внесении препарата Полиан, МД + ПАВ Бит-90, Ж – 0,1 л/га + 0,2 л/га (93,1%).

Снижение массы однолетних двудольных сорняков – 80,6-97,3%, снижение массы многолетних видов 49,9-91,3%.

За период исследований наименьшее значение урожайности озимой пшеницы наблюдалось на контрольном варианте 37,0 ц/га. Величина урожайности зерна пшеницы озимой во всех вариантах опыта колебалась на уровне 12,2 – 15,1% к контролю (НСР<sub>05</sub>=1,21 ц/га).

Таким образом, биологическая эффективность гербицида Полиан, МД, как в смеси с ПАВ Бит-90, Ж, так и в чистом виде была на уровне эффективности

эталона Калибр Голд, ВДГ, как в смеси с ПАВ Тренд 90, Ж, так и в чистом виде в соответствующих регламентах применения.

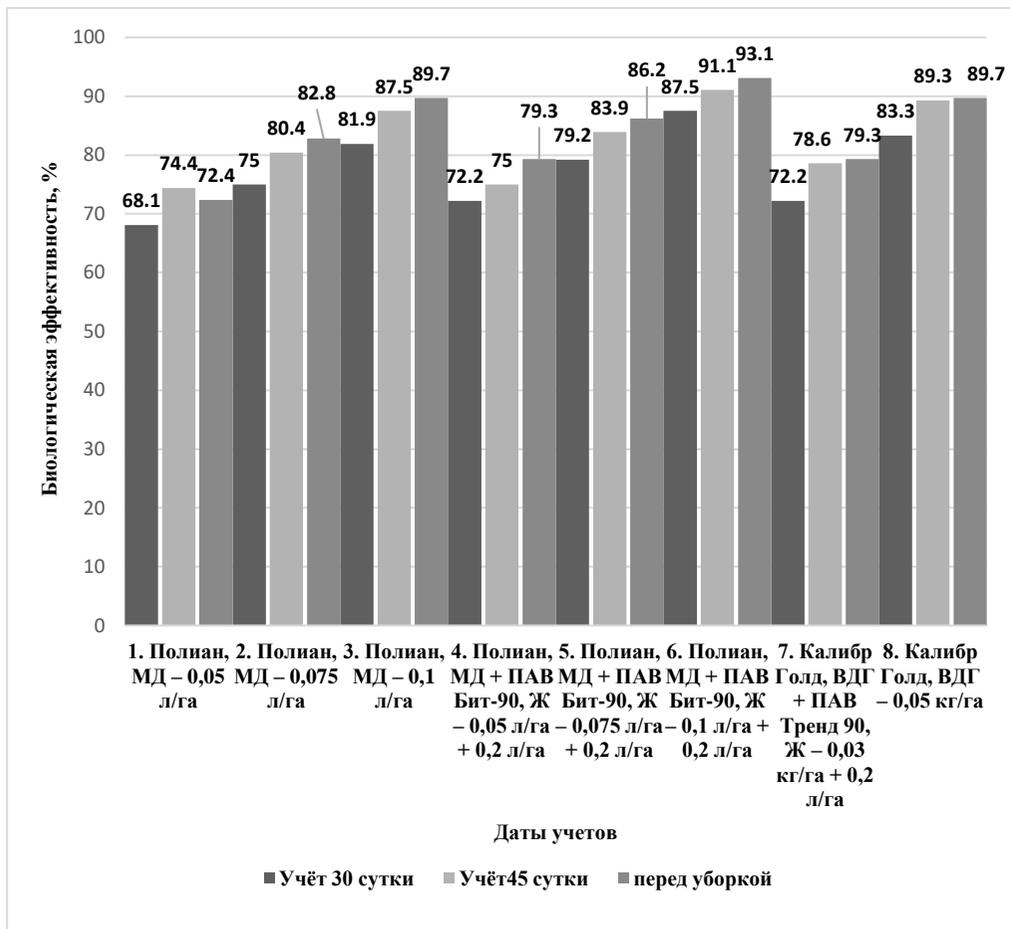


Рисунок 7. Биологическая эффективность гербицида Полиан, МД в фазу выхода в трубку пшеницы озимой (Ростовская область, 2022 г.)

### 3.5 Тарзек, ВГ (галауксифен-метил 69,5 г/кг + пироксулам 250 г/кг)

Изучение эффективности гербицида Тарзек, ВГ проводили как на территории Российской Федерации, так и в Ираке.

Перед закладкой опыта в Ираке были определены виды сорных растений на делянках. На опытном участке встречались сорные растения из двух групп –

двудольные: *Beta vulgaris*, *Malva pravi flora*, *Silybum marianum*, *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium murale*, *Daucus carota* и однодольные: *Lolium rigidum*, *Lolium temulentum*. Высокая эффективность комбинированного препарата Тарзек, ВГ была отмечена для обеих групп сорных растений, а препарата U46-Комби флюид 6, ВР (эталон) – только для двудольных. Результаты оценки биологической эффективности гербицидов представлены на рисунке 8.

Следует отметить, что самая высокая эффективность препарата Тарзек, ВГ была при максимальной норме 0,1 кг/га (90,5%, 89,4% и 88,5% по суткам учетов соответственно).

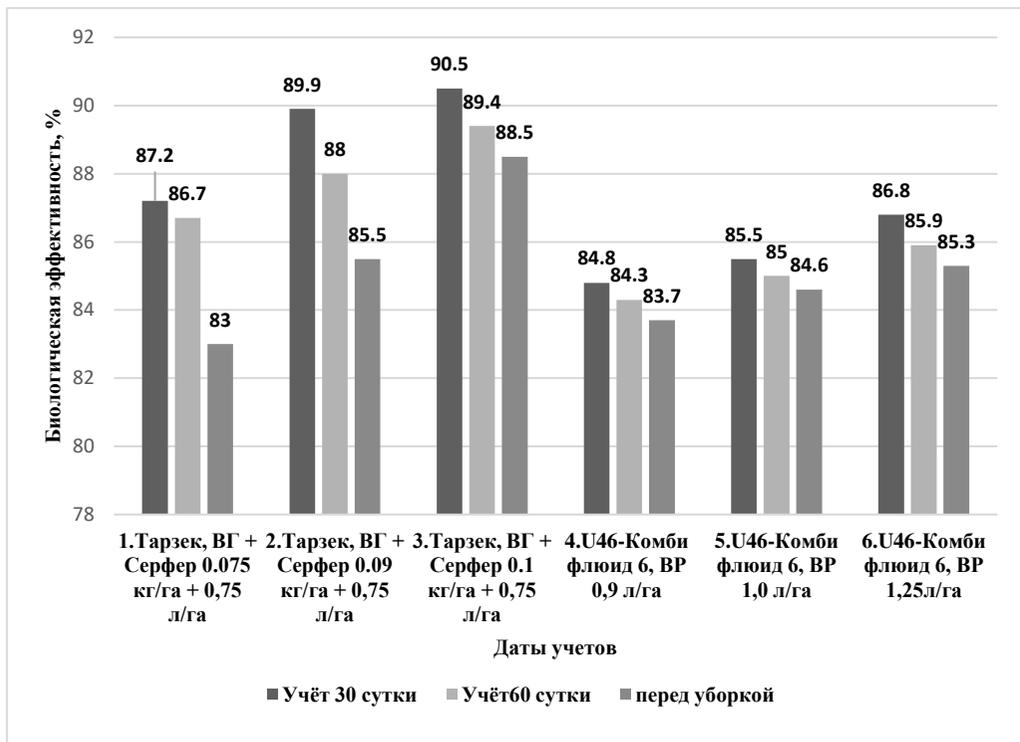
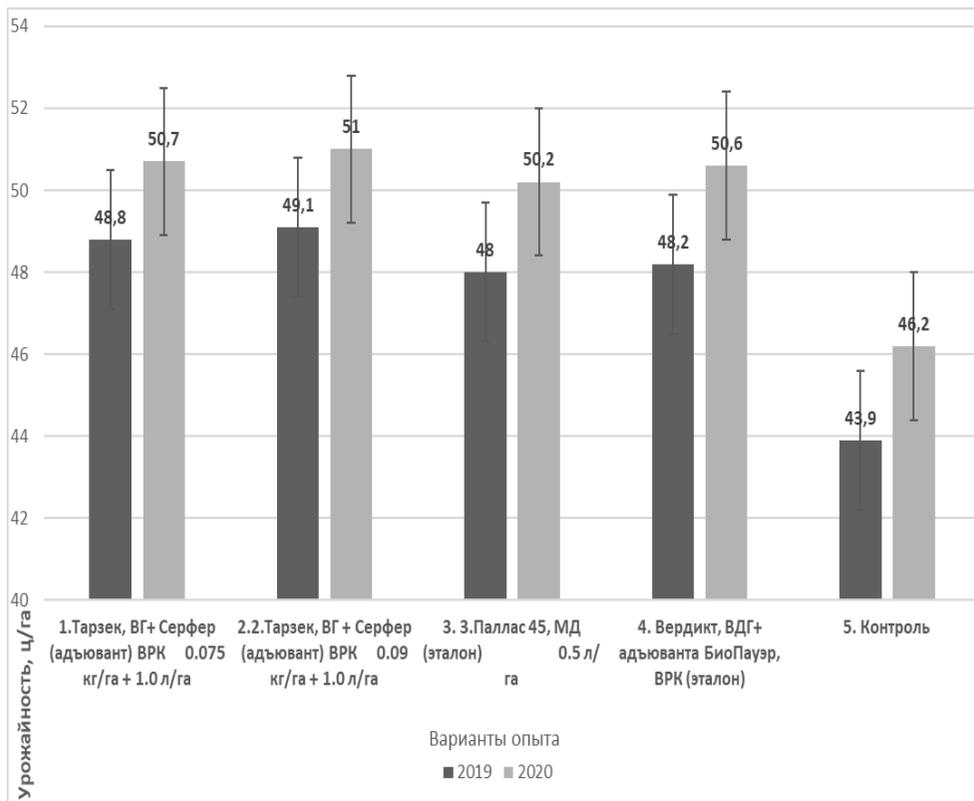


Рисунок 8. Биологическая эффективность гербицида Тарзек, ВГ на пшенице озимой (Ирак, 2021 г.)

В опытах, проведенных в Российской Федерации, на делянках присутствовали следующие сорные растения из двух групп: *Galium aparine* L., *Papaver rhoeas* L., *Cerastium nemorale* M. Vieb. (двудольные), а также *Avena fatua* L. и *Alopecurus myosuroides* Huds. (злаковые).

Биологическая эффективность гербицида Тарзек, ВГ против двудольных сорняков составляла 91,8-100%, а против злаковых – 85,5-97,5%.

Данные по урожайности культуры в опытах с применением гербицидов представлены на рисунке 9.



**Рисунок 9. Урожайность озимой пшеницы после обработки гербицидами (Ростовская обл., 2019, 2020 гг.)**

В необработанном контроле урожайность озимой пшеницы составила 43,9 ц/га (в 2019 г.) и 46,2 ц/га (в 2020 г.). По всем вариантам гербицидов отмечена значительная прибавка урожая: на 9,3–11,8 % в 2019 г.; на 8,7–10,4 % в 2020 г.

Можно сделать вывод, что применение гербицида Тарзек, ВГ + ПАВ позволило надежно и эффективно защитить посевы пшеницы озимой от двудольных и однодольных сорняков в Российской Федерации и в Ираке (Али Абдулла Султан Аль-Малики и др., 2022).

## Глава 4 Экотоксикологическая безопасность новых гербицидов

Важным направлением наших исследований было изучение деградации действующих веществ гербицидов и оценка их токсической нагрузки.

### 4.1 Остаточные количества гербицидов в растительном материале пшеницы озимой

Проведенные нами хроматографические исследования показали, что остаточных количеств трибенурон-метила, тифенсульфурон-метила и флуметсулама (Кайен Турбо, МД) и трибенурон-метила и тифенсульфурон-метила (Полиан, МД) в урожае пшеницы озимой в Ростовской области не обнаружено (таблица 5).

**Таблица 5. Содержание остаточных количеств действующих веществ в пшенице озимой при применении гербицидов в условиях Ростовской области**

Препарат. Норма применения по препарату и действующему веществу (д.в.)	Сроки отбора проб	Анализируемый объект	Содержание определяемого вещества в анализируемом объекте, мг/кг
Кайен Турбо, МД (75+75+52) г/л 0,35 л/га, 26,25 г/га трибенурон-метила	урожай	зерно	Не обнаружено
	урожай	солома	Не обнаружено
Кайен Турбо, МД 0,35 л/га, 26,25 г/га тифенсульфурон-метила	урожай	зерно	Не обнаружено
	урожай	солома	Не обнаружено
Кайен Турбо, МД 0,35 л/га, 18,2 г/га флуметсулам	урожай	зерно	Не обнаружено
	урожай	солома	Не обнаружено
Полиан, МД (225 + 76) г/л 0,1 л/га, 22,5 г/га трибенурон-метила	день обработки	зеленая масса	Не обнаружено
	10	зеленая масса	Не обнаружено
	20	зеленая масса	Не обнаружено
	30	зерно	Не обнаружено
	30	солома	Не обнаружено
	урожай	зерно	Не обнаружено
	урожай	солома	Не обнаружено
Полиан, МД 0,1 л/га, 7,6 г/га тифенсульфурон-метила	день обработки	зеленая масса	менее 0,05
	10	зеленая масса	Не обнаружено
	20	зеленая масса	Не обнаружено
	30	зерно	Не обнаружено
	30	солома	Не обнаружено
	урожай	зерно	Не обнаружено
	урожай	солома	Не обнаружено

## 4.2 Токсическая нагрузка изученных гербицидов

Результаты расчета токсической нагрузки исследуемых гербицидов в их максимальных нормах применения приведены в таблице 6.

Исходя из данных таблицы среди изученных препаратов к малоопасным следует отнести препараты Тарзек, ВГ; Пинта, МД; Полиан, МД и Кайен Турбо, МД. Препарат Фортиссимо, МД по показателю токсической нагрузки отнесен к умеренноопасным в максимальной норме применения.

Таблица 6. Токсическая нагрузка изученных гербицидов

Название препарата	Норма применения, л/га	Токсическая нагрузка, количество полупетальных доз на га	Характеристика
1. Тарзек, ВГ (70 г/ кг галауксифен-метил + 250 г/ кг пироксулам)	0,09	14,4	м-о*
2. Пинта, МД (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама)	0,15	2,4	м-о*
3. Фортиссимо, МД (200 г/л 2,4-Д кислоты /сложный 2-этилгексилловый эфир/ +10 г/л аминопиралаида+5 г/л	0,7	196	у-о**
4. Полиан, МД (225 г/л трибенурон-метила +76 г/ л тифенсульфурон-метила)	0,1	6,2	м-о*
5. Кайен Турбо, МД (75 г/л трибенурон-метила + 75 г/л тифенсульфурон-метила+52 г/л флуметсулама)	0,35	13,5	м-о*

Примечание: \*м-о - малоопасные; у-о\*\* - умеренноопасные

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате изучения новых гербицидов разработан ассортимент новых комбинированных препаратов для защиты пшеницы озимой: Пинта, масляная дисперсия (МД) (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама); Фортиссимо, МД (200 г/л 2,4-Д кислоты /сложный 2-этилгексилловый эфир/ + 10 г/л аминопиралаида + 5 г/л флорасулама); Кайен Турбо, МД (75 г/л трибенурон-метила + 75 г/л

тифенсульфурон-метила + 52 г/л флуметсулама), Полиан, МД (225 г/л трибенурон-метила + 76 г/л тифенсульфурон-метила) и Тарзек, ВГ (галауксифен-метил 69,5 г/кг + пироксулам 250 г/кг).

2. В степных районах Предкавказья высокую биологическую эффективность на пшенице озимой против основных видов сорных растений: гречишки вьюнковой, дескурайнии Софии, мака самосейки, подмаренника цепкого, ярутки полевой, вьюнка полевого, обеспечивает применение новых гербицидов: Пинта, МД – 81,1-100 % (фаза кушения), 73,7-94,7 % (фаза выхода в трубку); Фортиссимо, МД – 82,8-100 % (фаза кушения), 77,0-95,7 % (фаза выхода в трубку); Кайен Турбо, МД – 82,1-96,3 % (фаза кушения), 72,1-90,3 % (фаза выхода в трубку); Полиан, МД – 72,5-93,1 % (фаза кушения), 64,2-89,7 % (фаза выхода в трубку).

3. Разработаны регламенты эффективного и безопасного применения комбинированных гербицидов для защиты пшеницы озимой (кущение – выход в трубку) в степной зоне Предкавказья: Пинта, МД – 0,1-0,15 л/га; Фортиссимо, МД – 0,4-0,7 л/га; Кайен Турбо, МД – 0,15-0,35 л/га; Полиан, МД – 0,05-0,1 л/га; Тарзек, ВГ – 0,075-0,09 кг/га.

4. Сравнительное изучение эффективности препарата Тарзек, ВГ в России и Ираке позволило установить, что применение гербицида может надежно и эффективно защитить посевы пшеницы озимой от двудольных и однодольных сорняков. В России эффективность достигала 100 %, в Ираке 90,5 %.

5. Экологическая безопасность конечного продукта и его соответствие гигиеническим нормативам ГН 1.2.2890-11 обеспечивается тем, что действующие вещества препаратов (трибенурон-метил, тифенсульфурон-метил и флуметсулам) в урожае пшеницы озимой (зерно и солома) не обнаруживаются.

6. По показателю токсической нагрузки изученные препараты можно отнести: - к малоопасным: Пинта, МД; Полиан, МД; Кайен Турбо, МД; Тарзек, ВГ; - к умеренно-опасным: Фортиссимо, МД.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Новый гербицид Пинта, масляная дисперсия (МД) (50 г/л флуметсулама + 36 г/л флорасулама) включен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2023) и может быть использован для защиты пшеницы озимой от однолетних и многолетних двудольных сорных растений.

2. Результаты изучения новых гербицидов Фортиссимо, МД (200 г/л 2,4-Д кислоты /сложный 2-этилгексилловый эфир/ + 10 г/л аминопиралида + 5 г/л флорасулама); Кайен Турбо, МД (75 г/л трибенурон-метила + 75 г/л тифенсульфурон-метила + 52 г/л флуметсулама), Полиан, МД (225 г/л трибенурон-метила + 76 г/л тифенсульфурон-метила) и Тарзек, ВГ (галауксифен-метил 69,5 г/кг + пироксулам 250 г/кг) в части оценки биологической эффективности могут быть использованы в процессе Государственной регистрации, как перспективные гербициды на пшенице озимой.

3.

### Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. **Али А.С. Аль-Малики.** Биологическая эффективность гербицидов Тарзек, ВГ и U46-Комби флюид 6, ВР в посевах пшеницы озимой / Али А.С. Аль-Малики, В.И. Долженко, Т.В. Долженко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. - 2022. – № 2(67). – С. 58-66. DOI: 10.24412/2078-1318-2022-2-58-66.

2. **Али А.С. Аль-Малики.** Эффективность нового отечественного пестицида для защиты пшеницы озимой / Али А.С. Аль-Малики, В.И. Долженко, О.В. Долженко. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. - № 2 (71) – С. 47-56. DOI:10.24412/2078-1318-2023-2-47-56.

3. **Аль-Малики, А.А.** Защита пшеницы озимой от вредных организмов / Аль-Малики, А.А., Моханад Б. А. Исави, В.А. Хилевский // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(75). – С. 36-47. DOI: 10.24412/2078-1318-2024-1-36-47.

### Статьи, опубликованные в других изданиях и сборниках

1. Golubev, A.S. Evaluation the efficiency of newly combined herbicide pyroxsulam and galaxifen-methyl in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) / A.S. Golubev, **Al-Maliki Ali A.S.**, V.I. Dolzhenko, A.P Savva, T.V. Dolzhenko // Indian Journal of Agricultural Research. - 2023. - №. 57. - P. 1-6. DOI: 10.18805/IJARE.AF-770. (Scopus).

2. **Аль-Малики, А.А.С.** Эффективные гербициды для защиты озимой пшеницы от сорняков в Ираке / А.А.С. Аль-Малики, Т.В. Долженко // Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся (Санкт-Петербург – Пушкин, 16–18 марта 2022 г.). – Ч. 1 / СПбГАУ. – СПб., 2022. – С.36-38.

3. **AL-Maliki, A.A.S.** Evaluation the effectiveness of new pesticides components for protection winter wheat from pests in Iraq / AL-Maliki.A.A.S., Mohanad Bahr Awad Isawi // International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA». - UAE, 2022. – P. 191-196. DOI 10.34660/INF.2022.20.86.064.

4. **Аль-Малики, А.А.С.** Защита озимой пшеницы от вредных организмов в Ростовской области /А.А.С. Аль-Малики, М.Б.А. Исави, В.А. Хилевский, Т.В. Долженко // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Интегрированная система защиты растений: состояние и перспективы // Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений. Алматы, 2022. - С. 453-459.

## АННОТАЦИЯ

### **БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

Серьезным фактором, ограничивающим высокие урожаи пшеницы, являются сорные растения. Эффективная борьба с сорняками основана на правильном выборе гербицидов и соблюдении регламентов их применения. Цель данного исследования - определение биологической эффективности и разработка регламентов применения новых комбинированных гербицидов для совершенствования ассортимента средств защиты пшеницы озимой в условиях степной зоны Предкавказья. В результате проведенных исследований новый гербицид Пинта, масляная дисперсия (МД) включен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2023), и может быть использован для защиты пшеницы озимой от однолетних и многолетних двудольных сорных растений. Результаты изучения новых гербицидов фортиссимо, МД; Кайен Турбо, МД; Полиан, МД и Тарзек, ВГ в части оценки биологической эффективности могут быть использованы в процессе Государственной регистрации, как перспективные гербициды на пшенице озимой.

## ABSTRACT

### **BIOLOGICAL JUSTIFICATION FOR THE APPLICATION OF MODERN HERBICIDES FOR PROTECTION WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF THE CISCAUCASUS**

Weeds are a serious factor limiting high wheat yields. Effective weed control is based on the correct choice of herbicides and compliance with the regulations for their use. The purpose of this study is to determine the biological effectiveness and develop regulations for the use of new combined herbicides to improve the range of winter wheat protection products in the conditions of the steppe zone of Ciscaucasus. As a result of the conducted research, the new herbicide Pinta, oil dispersion (OD) is included in the State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Approved for use in the territory of the Russian Federation (2023), and can be used to protect winter wheat from annual and perennial dicotyledonous weeds. The results of the study of new herbicides Fortissimo, OD; Cayenne Turbo, OD; Polian, OD and Tarzek, WG in terms of assessing biological effectiveness can be used in the process of the State registration as promising herbicides on winter wheat.