

## АГРОНОМИЯ

DOI: 10.31677/2072-6724-2022-65-4-5-11

УДК 635.36:635.11

## ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

**М.А. Альберт**, соискатель**Р.Р. Галеев**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор**Е.А. Ковалев**, аспирант*Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия***E-mail:** rustniev@mail.ru

**Ключевые слова:** овес, яровой ячмень, яровая пшеница, программирование урожая, точное земледелие, минеральные удобрения, урожайность, экономическая эффективность.

**Реферат.** Представлены результаты исследований (2019–2022 гг.) по оценке эффективности программирования урожайности зерновых культур: яровая мягкая пшеница, ячмень яровой и овес – с использованием геоинформационных технологий в системе применения спутниковой навигации. Эксперименты проведены в лесостепи Новосибирского Приобья на черноземе выщелоченном в ЗАО Племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области. Программирование урожайности осуществлялось на основных зерновых культурах: яровая мягкая пшеница сорта Новосибирская 31, яровой ячмень Маргрет и овес сортов Ровесник и Макс. Использование сбалансированного питания на фоне дифференцированного их внесения в сочетании с геоинформационными технологиями и спутниковой навигацией способствовало повышению параметров средней площади листьев и ФСП яровой мягкой пшеницы на 24%, ярового ячменя – на 22 и овса – на 27%. Внесение минеральных удобрений на программируемую урожайность 4,5–6 т/га особо эффективно на фоне дифференцированного использования минеральных удобрений при оправдываемости программирования урожайности 117%. Статистически доказана зависимость урожайности зерновых культур от удобрений на 38% и погодных условий – на 26%. Сбалансированные дозы минерального питания при дифференцированном их применении повышали содержание белка в зерновых культурах на 2%, крахмала – до 4, жира – на 0,1 и клетчатки – на 0,2%. Применение программирования урожайности позволило значительно повысить её показатели при хорошем качестве продукции. Эффективность данного агроприема в системе оптимального использования геоинформационных технологий с применением спутниковой навигации и дронов составляет в среднем 96%. Данный агроприем экономически эффективен, уровень рентабельности производства основных зерновых культур достиг 182%.

## PECULIARITIES OF GRAIN CROP YIELD PROGRAMMING IN PRECISION FARMING IN THE FOREST-STEPPE OF NOVOSIBIRSK PRIOBYE

**M.A. Albert**, Doctoral candidate**R.R. Galeev**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor**E.A. Kovalev**, PhD student*Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia***E-mail:** rustniev@mail.ru

**Keywords:** oats, spring barley, spring wheat, yield programming, precision farming, mineral fertilizers, yield, economic efficiency.

**Abstract.** Presents research results (2019–2022) to assess the effectiveness of grain crop yield programming: soft spring wheat, spring barley, and oats using geoinformation technologies in satellite navigation applications. Experiments were conducted in the forest-steppe of the Novosibirsk Priob'ye region on leached chernozem in JSC livestock breeding farm "Irmen.", Ordynsky district, Novosibirsk region. The authors programmed yields on the main grain crops: spring soft wheat varieties Novosibirskaya 31, spring barley Margret and oats varieties Rovesnik and Max. The use of balanced nutrition on the background of their differentiated application in combination with geoinformation technologies and satellite navigation helped to increase the parameters of average leaf area and

FSP of soft spring wheat by 24%, spring barley by 22%, and oats by 27%. Fertilizer application on the programmed yield of 4.5–6 t / ha is efficient on the background of differentiated use of mineral fertilizers with justifiability yield programming 117%. The authors proved the dependence of grain crop yield on fertilizers by 38% and weather conditions - by 26% using a statistical method. Balanced doses of mineral nutrition at their differential application increased the protein content of cereal crops by 2%, starch by 4, fat by 0.1 and fiber by 0.2%. The use of yield programming has significantly increased its performance with good product quality. The efficiency of this agricultural technique in the system of optimal use of geoinformation technology with satellite navigation and drones averages 96%. This farming technique is cost-effective, and the level of profitability of production of major crops reached 182%.

В настоящее время использование программирования урожайности способствует оптимизации агрофитоценозов для получения максимальной продуктивности и повышения качества продукции [1–3]. При этом особое значение имеет освоение методов математического планирования многофакторных полевых опытов с целью получения объективной информации и познания трендов по взаимодействию основных факторов формирования высокой урожайности [4–6].

Показано, что на уровень современного производства зерновых культур влияют основные факторы внешней среды, а также уровень развития технологической базы хозяйства [7–9]. Залогом успеха производства в современной земледелии является оптимизация использования программирования урожайности в системе точного земледелия при соблюдении оптимального параметра элементов технологии производства зерновых культур [10–12]. Наряду с этим необходимо установить степень реализации биологического потенциала продуктивности зерна в системе адаптивных технологий их возделывания [13, 14]. Для успешной реализации биологического потенциала сортов основных зерновых культур значимость имеет усиление их стресс-устойчивости к неблагоприятным факторам природной среды и вредным организмам [15, 16]. При этом необходим подбор сортов зерновых культур на основе их биологических адаптационных особенностей в аспекте применения программирования урожая в системе использования геоинформационных технологий [17, 18].

В этой связи целью наших исследований являлась оценка эффективности применения программирования урожайности зерновых культур в системе точного земледелия в условиях лесостепи Новосибирского Приобья.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2019–2022 гг. в почвенно-климатической зоне дрениро-

ванной лесостепи, входящей в северную лесостепь предгорий. Почвы опытных полей состояли из выщелоченного чернозема, в которых слабовыщелоченные преобладают. Содержание гумуса в почве было 5,96–6,76% (среднегумусные черноземы), валового азота – 0,36–0,37, фосфора – 0,17–0,20 и калия – 1,14–1,29%. Концентрация легкогидролизуемого азота составила 8,25–11,93 мг/100 г почвы, почвенного фосфора – 17,9–23,6 и обменного калия – 15,7–18,3 мг/100 г при pH 6,49.

Годы проведения экспериментальной работы различались метеорологическими условиями. В 2019 г. было отмечено повышенное увлажнение, особенно в июле–августе, с недостатком влаги в почве в мае и первой половине июня. В 2020 г. гидротермический режим сложился на уровне среднемноголетних данных. В 2021 г. отмечался недостаток тепла в мае–июне при дефиците осадков в июле и августе, что соответствовало среднемноголетним трендам. В 2022 г. в мае и июне не было заморозков, однако эти месяцы характеризовались засушливостью. В июле и августе температура была выше, а сумма осадков ниже среднемноголетних показателей.

В опыте возделывали яровую мягкую пшеницу Новосибирская 31, яровой ячмень Маргрет и овес сортов Ровесник и Макс.

Учетная площадь элементарных полей – 25 га, повторность – четырехкратная. Среднюю площадь листьев и фотосинтетический потенциал определяли по методикам Н.Ф. Коняева [19] и А.А. Ничипоровича [20]. Экспериментальные данные подвергали статистической обработке по Б.А. Доспехову [21].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опытах 2019–2022 гг. выявлено, что на выщелоченном черноземе использование программирования урожайности яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя и овса на

основе учета естественного плодородия почвы, коэффициентов использования из почвы и удобрений, а также выноса питательных веществ с урожаем было эффективно во все годы проведения экспериментальной работы.

Дифференцированное внесение минеральных удобрений на программируемую урожайность по эффективности превосходит традиционный способ. Средняя площадь листьев при дифференцированном применении

превосходит показатели традиционного внесения на 19–25% и контроля без удобрений на 22–29%. У яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 31 максимальные параметры площади листьев отмечены при дифференцированном внесении дозы на урожайность 6 т/га (28,3 тыс. м<sup>2</sup>/га). Аналогичная тенденция отмечена и по показателям ФСП – превышение к контролю составляет 27–34% (табл. 1).

Таблица 1

**Площадь листьев и ФСП зерновых культур в зависимости от способа применения удобрений на программируемую урожайность (среднее за 2019–2022 гг.)**  
**Leaf area and Photosynthetic potential (PSP) of cereal crops as a function of fertilizer application method for programmed yield (average for 2019-2022).**

Вариант	Яровая пшеница		Яровой ячмень		Овес	
	средняя площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФСП, тыс. м <sup>2</sup> ·сут /га	средняя площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФСП, тыс. м <sup>2</sup> ·сут /га	средняя площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФСП, тыс. м <sup>2</sup> ·сут /га
Контроль (без удобрений)	21,2	1968	20,7	1760	20,3	1767
Традиционный способ внесения на программируемую урожайность 4 т/га	24,8	2306	23,5	1998	22,4	1949
5 т/га	25,6	2381	24,6	2091	23,2	2018
6 т/га	26,9	2502	25,2	2142	24,3	2114
Дифференцированное внесение 4 т/га	26,4	2465	25,8	2193	24,5	2132
5 т/га	27,8	2585	26,4	2244	25,3	2201
6 т/га	28,3	2632	27,2	2312	26,1	2271
НСР <sub>05</sub>	0,42	38,4	0,35	47,5	0,68	62,4

*Примечание.* При традиционном способе вносили средней нормой по повторностям; при дифференцированном – индивидуальной нормой в зависимости от содержания элементов питания в почве.

У ярового ячменя имела место аналогичная тенденция с увеличением показателей средней площади листьев и ФСП на фоне доз минерального питания на программируемую урожайность при максимальных значениях в варианте с дифференцированной дозой минеральных удобрений (аммиачная селитра, двойной гранулированный суперфосфат и сернокислый калий). На фоне внесения дифференцированным способом средняя площадь листьев ярового ячменя сорта Маргрет достигает 27,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, а ФСП – 2312 тыс. м<sup>2</sup>·сут/га. У сорта овса Ровесник также при внесении минерального питания средняя площадь

листьев возрастала относительно контроля на 19–24% и была максимальной при дозе на программируемую урожайность 6 т/га.

Важнейшим параметром продуктивности зерновых культур является урожайность. Установлено, что сбалансированное минеральное питание при традиционном способе внесения на 62% превосходит неудобренный фон. При дифференцированном применении удобрений урожайность яровой пшеницы на 83% превосходила показатели контроля (без удобрений); при традиционном способе при дозе на программируемую урожайность 4 т/га – на 98%, при дозе 6 т/га – на 87%.

При дифференцированном внесении минеральных удобрений с использованием геоинформационных технологий оправдываемость программирования урожайности возросла до 98–109%.

В исследованиях с яровым ячменем сорта Маргрет при традиционном способе урожайность возросла на 52% относительно контроля. Применение дифференцированного внесения минерального питания способствовало повышению эффективности использования удобрений относительно контроля на 64%. На фоне традиционного применения удобрений оправдываемость программирования урожайности составила 93–97%. При дифференцированном способе этот показатель возрос до 117%.

В опытах с овсом использовали два сорта – Ровесник и Макс. Прибавка к неудобренному фону при традиционном внесении удобрений составила соответственно 6 и 53%. При дифференцированном использовании удобрений урожайность возросла относительно неудобренного фона у сорта Ровесник на 65%, у сорта Макс – на 61%.

Использование удобрений на программируемую урожайность обеспечило оправдываемость у яровой мягкой пшеницы на 87–98%. При дифференцированном применении удобрений оправдываемость достигла 109%.

У ярового ячменя прибавка урожайности на фоне традиционного внесения составила относительно неудобренного фона 48% при 60% в опытах с дифференцированным применением. Оправдываемость программирования урожайности ярового ячменя равнялось 93–97%, а при дифференцированном внесении увеличилась до 117%.

В опыте с овсом при традиционном способе внесения удобрения дали прибавку урожайности у сорта Ровесник 61%, сорта Макс – 53%. Оправдываемость программирования урожайности у сорта Ровесник колебалась при традиционном способе от 99 до 106%, сорта Макс – от 103 до 107%. При дифференцированном способе оправдываемость программирования урожайности у овса сорта Ровесник достигла 113%, у сорта Макс – 120% при дозе под урожайность 4 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зерновых культур при разных способах использования удобрений на программируемую урожайность (среднее за 2019–2022 гг.)  
Crop yields for different fertilizer applications on programmed works (2019–2022 average)

Вариант	Яровая пшеница		Яровой ячмень		Овес (Ровесник / Макс)	
	урожайность, т/га	оправдываемость программирования, %	урожайность, т/га	оправдываемость программирования, %	урожайность, т/га	оправдываемость программирования, %
Контроль (без удобрений)	3,24	-	3,89	-	3,72/4,14	-/-
Традиционный способ внесения на программируемую урожайность						
4 т/га	3,91	98	3,72	93	4,13/4,28	103/107
5 т/га	4,62	92	4,85	97	5,38/5,49	106/109
6 т/га	5,23	87	5,76	96	5,96/6,21	99/103
Дифференцированное внесение						
4 т/га	4,31	108	4,68	117	4,52/4,79	113/120
5 т/га	5,42	109	5,83	116	5,27/5,83	105/117
6 т/га	5,93	98	6,23	104	6,15/6,58	103/110

Примечание. Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта (6 x 4) по урожайности: НСР<sub>05</sub> для частных различий – 0,49, НСР<sub>05</sub> для фактора А (дозы удобрений) – 0,36, В (год) и взаимодействие АВ – 0,43. Главные эффекты и взаимодействие факторов: А – 38,2, В – 25,6, АВ – 19,4%.

Статистически показано, что урожайность зерна зависела от доз удобрений на

38%, условий года – на 26 при взаимодействии факторов на уровне 19%.

Определение качества зерна зерновых культур свидетельствует о том, что на фоне применения сбалансированного минерального питания повышается содержание белка (на 1–2%), крахмала (до 4%), жира (на 0,1%)

и клетчатки (на 0,2%), в особенности с применением дифференцированного внесения удобрений на программируемую урожайность (табл. 3).

Таблица 3

Качество зерна зерновых культур в зависимости от уровня программирования урожайности и способа применения удобрений (среднее за 2019–2022 гг.), % на сухую массу  
Grain quality of grain crops depends on the level of yield programming and method of fertilizer application (average for 2019–2022), % on the dry weight

Вариант	Яровая пшеница				Яровой ячмень				Овес			
	белок	крахмал	жир	клетчатка	белок	крахмал	жир	клетчатка	белок	крахмал	жир	клетчатка
Контроль (без удобрений)	15,2	56	1,8	2,6	11	52	1,9	5,8	11	44	5,3	13,7
Традиционный способ внесения на программируемую урожайность 4 т/га	16	58	1,8	2,7	12	54	1,8	5,8	11	47	5,4	13,8
5 т/га	17	60	1,8	2,6	12	55	2,0	5,9	12	46	5,6	14,0
6 т/га	17	59	1,9	2,8	12	54	2,1	5,8	12	47	5,7	13,9
Дифференцированное внесение 4 т/га	17	60	1,9	2,6	13	55	2,1	5,9	12	48	5,5	14,2
5 т/га	17	60	1,9	2,7	13	55	2,2	5,9	12	48	5,8	14,3
6 т/га	17	59	1,9	2,6	13	55	2,1	6,0	12	47	5,8	14,2
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,6	0,1	0,7	0,4	0,6	0,1	0,1	0,3	0,8	0,1	0,2

Установлено, что использование сбалансированных доз минеральных удобрений на программируемую урожайность экономически эффективно. Уровень рентабельности достигает 182% против 78% в контроле без удобрений.

## ВЫВОДЫ

1. На черноземе выщелоченном лесостепи Новосибирского Приобья в условиях ЗАО Племзавод «Ирмень» в 2019–2022 гг. проведены исследования по установлению эффективности применения сбалансированных доз удобрений на программируемую урожайность яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя, овса при двух способах применения минеральных удобрений – традиционном и дифференцированном.

2. Использование сбалансированных доз минеральных удобрений на фоне дифференцированного их внесения в сочетании с геоинформационными технологиями и спутниковой навигацией обеспечило на зерновых

культурах повышение средней площади листьев и ФСП на 22–27%.

3. Применение удобрений на программируемую урожайность 4; 5; 6 т/га особенно эффективно на фоне дифференцированного использования минеральных удобрений при оправданности программирования до 117%.

4. Статистически определено, что урожайность зерновых культур зависела от удобрений на 38%, погодных условий – на 26% при взаимодействии факторов на уровне 19%.

Сбалансированные дозы удобрений и изучаемых зерновых культур (яровая мягкая пшеница, яровой ячмень, овес) улучшали качество зерна с повышением содержания белка на 1–2%, крахмала – до 4, жира – на 0,1 и клетчатки – на 0,2%.

5. На фоне сбалансированных доз удобрений на программируемую урожайность и дифференцированного применения удобрений в сочетании с элементами точного земледелия уровень рентабельности производства основных зерновых культур возрастает до 182%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Каюмов М.К.* Программирование урожая сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
2. *Саханов Н.М.* Эффективное земледелие. – Тамбов: Кн. изд-во, 2009. – 157 с.
3. *Технологическая карта возделывания зерновых культур с применением точного земледелия.* – М., 2019. – 39 с.
4. *Особенности производства зерновых и технических культур в Западной Сибири / М.Н. Разгоняев, Н.С. Сидоров, Р.Р. Галеев, Н.С. Михайлов.* – Томск, 2015. – 76 с.
5. *Никитин М.С., Локтев М.А., Галеев Р.Р.* Производство зерновых культур по адаптивной технологии. – Новосибирск: Ритм, 2012. – 123 с.
6. *Галеев Р.Р.* Программирование урожая сельскохозяйственных культур: метод. рекомендации. – Новосибирск, 2016. – 59 с.
7. *Резервы повышения урожайности яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / В.Н. Шоба, В.Н. Каличкин, С.А. Ким, А.В. Капичкин // Достижения науки и техники АПК.* – 2017. – № 6. – С. 31–33.
8. *Энергоресурсопотребление в растениеводстве Западной Сибири / С.Х. Вышегуров, Р.Р. Галеев [и др.].* – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. аграр. ун-та, 2003. – 202 с.
9. *Костяков Н.М.* ГИС-технологии на поля Нечерноземья. – Киров: Кн. изд-во, 2015. – 192 с.
10. *Михайлов М.Т.* На пути к точному земледелию. – Рязань: Кн. изд-во, 2009. – 79 с.
11. *Evenston R.E.* Research and Extension in Agricultural Development. – San Francisco: International Center for Economic Growth Publication, 1992. – 54 p.
12. *Kallen S.A.* The Farm. – Edina (Minnesota): ABDO & Daughters, 1997. – 24 p.
13. *Kaluchhin W.K., Pavlova A.I., Petrov A.F.* Automated classification of agricultural landly using His and Nes // *Enternational journal of Enginereg and technology (UAE).* – 2018. – Vol. 7. – P. 1146–1148.
14. *Text grain physical and chemical quality responses to soil physicochemical properties and the environment / A. Abewa, E. Ago, B. Yotaferu [et al.] // Agronomy.* – 2019. – N 9(6). – P. 283.
15. *Potassium fractions in soil and simple K balance in long-term fertilising experiments / J. Balik, M. Kulhanek, J. Very, O. Sedlar, P. Suran // Soil and water Research.* – 2020. – N 15. – P. 211–219.
16. *In-situ investigation of interactions between magnesium ion and natura organic matter / M. Yan, Y. Lu, Y. Gao, G.V. Benedetti // Enviromental Science and Technology.* – 2020. – N 49(14). – P. 8323–8329.
17. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 162 с.
18. *Кириен П.М.* Яровая пшеница в интенсивном земледелии. – Киров: Кн. изд-во, 2015. – 132 с.
19. *Ничипорович А.А.* Продуктивность сельскохозяйственных растений и урожай. – М.: Сельхозгиз, 1963. – 261 с.
20. *Коняев Н.Ф.* Математический метод определения площади листьев // *Доклады ВАСХНИИЛ.* – 1970. – № 4. – С. 21–25.
21. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Альянс, 2014. – 386 с.

## REFERENCES

1. *Kajumov M.K., Programmirovanie urozhaev sel'skhozajstvennyh kul'tur* (Programming crop yields), Moscow: Agropromizdat, 1989, 320 p.
2. *Sahanov N.M., Jeffektivnoe zemledelie* (Efficient farming), Tambov: Kn. izd-vo, 2009, 157 p.
3. *Tehnologicheskaja karta vozdelevanija zernovyh kul'tur s primeneniem tochnogo zemledelija* (Technological map of the cultivation of grain crops using precision farming), Moscow: 2019, 39 p.
4. *Razgonjaev M.N., Sidorov N.S., Galeev R.R., Mihajlov N.S., Osobennosti proizvodstva zernovyh i tehniceskikh kul'tur v Zapadnoj Sibiri* (Features of the production of grain and industrial crops in Western Siberia), Tomsk, 2015, 76 p.
5. *Nikitin M.S., Loktev M.A., Galeev R.R., Proizvodstvo zernovyh kul'tur po adaptivnoj tehnologii* (Production of grain crops using adaptive technology), Novosibirsk: Ritm, 2012, 123 p.

6. Galeev R.R., *Programmirovanije urozhaja sel'skohozjajstvennyh kul'tur* (Crop Harvest Programming): metod. rekomendacii, Novosibirsk, 2016, 59 p.
7. Shoba V.N., Kalichkin V.N., Kim S.A., Kapichkin A.V., *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2017, No. 6, pp. 31–33. (In Russ.)
8. Vyshegurov S.H., Galeev R.R. [i dr.], *Jenergoresursopotreplenie v rastenievodstve Zapadnoj Sibiri* (Energy resource consumption in crop production in Western Siberia), Novosibirsk: Izd-vo Novosib. gos. agrar. un-ta, 2003, 202 p.
9. Kostjakov N.M., *GIS-tehnologii na polja Nechernozem'ja* (GIS technologies for the fields of the Non-Black Earth Region), Kirov: Kn. izd-vo, 2015, 192 p.
10. Mihajlov M.T., *Na puti k tochnomu zemledeliju* (Towards precision farming), Rjazan': Kn. izd-vo, 2009, 79 p.
11. Evenson R.E., *Research and Extension in Agricultural Development*, San Francisco: International Center for Economic Growth Publication, 1992, 54 p.
12. Kallen S.A., *The Farm*, Edina (Minnesota): ABDO & Daughters, 1997, 24 p.
13. Kaluchhin W.K., Pavlova A.I., Petrov A.F., Automated classification of agricultural landly using His and Nes, *Enternational journal of Enginereg and technology (UAE)*, 2018, Vol. 7, pp. 1146–1148.
14. Abewa A., Ago E., Yotaferu B. [et al.], Text grain physical and chemical quality responses to soil physicochemical properties and the environment, *Agronomy*, 2019, No. 9(6), pp. 283.
15. Balik J., Kulhanek M., Very J., Sedlar O., Suran P., Potassium fractions in soil and simple K balance in long-term fertilising experiments, *Soil and water Research*, 2020, No. 15, pp. 211–219.
16. Yan M., Lu Y., Gao Y., Benedetti G.V., In-situ investigation of interactions between magnesium ion and natura organic matter, *Enviromental Science and Technology*, 2020, No. 49(14), pp. 8323–8329.
17. Sorokin O.D., *Prikladnaja statistika na komp'jutere* (Applied statistics on the computer), Novosibirsk, 2004, 162 p.
18. Kirshen P.M., *Jarovaja pshenica v intensivnom zemledelii* (Spring wheat in intensive farming), Kirov: Kn. izd-vo, 2015, 132 p.
19. Nichiporovich A.A., *Produktivnost' sel'skohozjajstvennyh rastenij i urozhaj* (Agricultural plant productivity and yield), Moscow: Sel'hozgiz, 1963, 261 p.
20. Konjaev N.F., *Doklady VASHNIIL*, 1970, No. 4, pp. 21–25. (In Russ.)
21. Dospheov B.A., *Metodika polevogo opyta* (Field experiment methodology), Moscow: Al'jans, 2014, 386 p.