

**Научная статья**

УДК: 633.15:636.085(571.6)

EDN: CYKIVX

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-23-29>**ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ВНЕСЕНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ КУКУРУЗЫ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ****Анастасия Алексеевна Лукашина**

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия,  
Хабаровский край, с. Восточное, [belokop.2011@mail.ru](mailto:belokop.2011@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящей работе представлены и проанализированы результаты полевого опыта с кукурузой в Хабаровском крае. Изучалось влияние сортовых особенностей и фона минерального питания на урожай зелёной массы, початков и зерна. Опыт был заложен на опытном поле ДВ НИИСХ в 2021–2023 годах, почва опытного участка лугово-бурая тяжёлосуглинистая. Объект исследования – 3 сорта кукурузы местной селекции: Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 – и 4 гибрида зарубежной селекции: Р 7515, Р 7460, Р 8521, Молдавский 215 СВ на 3 фонах минерального питания: 1 (контроль) –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , фон 2 –  $N_{110}P_{110}K_{90}$ , фон 3 –  $N_{130}P_{130}K_{90}$ . Опыт поставлен в четырёхкратной повторности, предшественник 2021 и 2022 гг. – соя, 2023 г. – сидерат (соя совместно с овсом). В результате исследования было выявлено, что наибольшее влияние на урожайность кукурузы оказывают сортовые особенности. При оценке влияния фона минерального питания было установлено, что урожайность согласно испытываемым фонам удобрений превысила контроль, по фону 3 при вегетации сроки наступления фаз роста и развития растений кукурузы увеличивались.

**Ключевые слова:** кукуруза, фон минерального питания, гибрид, сорт, урожайность.

**Для цитирования:** Лукашина А. А. Влияние дополнительного внесения азота и фосфора на формирование продуктивности кукурузы в Хабаровском крае // Агронаука. 2024. Том 2. № 2. С. 23–29. EDN: CYKIVX. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-23-29>

**Original article****EFFECT OF ADDITIONAL NITROGEN AND PHOSPHORUS APPLICATION ON THE FORMATION OF MAIZE PRODUCTIVITY IN KHABAROVSK TERRITORY****Anastasiya A. Lukashina**

Far Eastern Agricultural Research Institute, Russia, Khabarovsk region, Vostochnoe village,  
[belokop.2011@mail.ru](mailto:belokop.2011@mail.ru)

**Annotation.** In this study, the results of a field experiment with corn in the Khabarovsk Territory were presented and analyzed. The influence of varietal characteristics and the background of mineral nutrition on the yield of green mass, cobs, and grain was studied. The experiment was conducted at the experimental field of the Far Eastern Research Institute of Agriculture in 2021–2023, the soil of the experimental plot is meadow-chestnut, heavy loamy. The object of the study was 3 local corn varieties: Birsu, Alitet 2, Guran 2, and 4 hybrids of foreign selection: P 7515, P 7460, P 8521, Moldavian 215 SV on 3 backgrounds of mineral nutrition: 1 (control) –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , background<sub>2</sub> –  $N_{110}P_{110}K_{90}$ , background<sub>3</sub> –  $N_{130}P_{130}K_{90}$ . The experiment was set up in fourfold repetition, the predecessors of 2021 and 2022 – soybeans, 2023 – cover crop (soybeans with oats). During the research, it was found that varietal characteristics have the greatest influence on the corn yield. When assessing the influence of the background of mineral nutrition, it was established that the

© Лукашина А. А., 2024

yield under the tested fertilizer backgrounds exceeded the control, and under background 3, during the vegetation period, the timing of the onset of growth and development phases of corn plants increased.

**Keywords:** corn, background of mineral nutrition, hybrid, variety, yield.

**For citation:** Lukashina AA. Vliyanie dopolnitel'nogo vneseniya azota i fosfora na formirovanie produktivnosti kukuruzy v Khabarovskom krae [Effect of additional nitrogen and phosphorus application on the formation of maize productivity in Khabarovsk territory]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:2:23–29. (in Russ.). EDN: CYKIVX. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-2-23-29>

## Введение

Животноводство в Хабаровском крае составляет большую часть сельскохозяйственной отрасли, поэтому в настоящее время кормопроизводство и в частности получение объёмистых кормов выходит на первое место [1]. Кукуруза при соблюдении технологии её возделывания при скормливания удовлетворяет потребностям всех видов сельскохозяйственных животных: птица, свиньи, крупно- и мелко-рогатый скот – так как её используют для получения зелёного корма и силоса, шрота и комбикорма. Невозможно представить зимние рационы без силоса, а зернофураж используют в течение всего года [2, 3]. Кукурузный корм является высокоэнергетическим продуктом, который содержит в себе основные элементы питания: белки, жиры, углеводы, много клетчатки, витамины и минералы [4, 5]. Многие исследователи и учёные доказали, что минеральные удобрения положительно влияют на урожайность кукурузы. Необходимо отметить, что только рациональное использование тех или иных удобрений приводит к повышению урожайности. Дополнительное внесение азота и фосфора повышает урожай зелёной массы и зерна кукурузы во всех почвенно-климатических условиях с обеднёнными почвами и в экстремальных условиях. Также на растворение минеральных веществ влияет обеспеченность влагой, при засушливой погоде минеральные вещества плохо растворяются в почве, в результате чего в растение не поступают необходимые для роста и развития вещества [6, 7].

**Цель исследования** – изучение влияние дополнительного внесения азота и фосфора на формирование урожайности кукурузы в Хабаровском крае.

## Условия, материалы и методы

Исследования были проведены в 2021–2023 годах на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства в посевах кукурузы трёх сортов местной селекции: Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 – и четырёх гибридах зарубежной селекции: Р 7515, Р 8521, Р 7460 и Молдавский 215 (таблица 1). Стандартом служил сорт Бирсу. Сорта и гибриды были испытаны на 3 фонах минерального питания: фон 1 (контроль) –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , фон 2 –  $N_{110}P_{110}K_{90}$ , фон 3 –  $N_{130}P_{130}K_{90}$ . Полевой опыт поставлен в четырёхкратной повторности, предшественник 2021–2022 гг. – соя, 2023 г. – сидерат (соя совместно с овсом) [8].

Почва опытного участка лугово-буряя тяжёлоуглинистая, склонна к быстрому переувлажнению. В пахотном слое содержание гумуса (по Тюрину) – 3,8...4,5 %, рН солевой вытяжки перед закладкой опыта по годам варьировался от 4,41 до 4,70, содержание  $P_2O_5$  (по Кирсанову) – 4,2...6,3 мг/100 г почвы;  $K_2O_5$  (по Масловой) – 5,53...5,64 мг/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 3,67...4,14 мг-экв/100 г почвы. Посев производили на глубину 5...6 см ручным способом, с применением кукурузных сажалок. Агротехнические мероприятия проводились соответственно рекомендациям возделывания гребне-рядовым способом в Хабаровском крае [9]. В 2021 году был внесён гербицид «Ацетал ПРО» в дозе 1,8 л/га в фазу развития 6 листьев у кукурузы, в 2022 и 2023 годах – почвенный гербицид «Дублон Голд» 45 г/га + прилипатель «Адью» 0,2 л/га в фазу развития 3 и 5 листьев у кукурузы соответственно для борьбы с сорной растительностью. Учёт урожайности зерна был проведён в сентябре.

Таблица 1 – Схема полевого опыта (2021–2023 гг.)

Table 1 – Field experience scheme (2021–2023)

	Фактор А – внесено удобрений, кг д. в. на 1 га		
	Фон 1 – контроль (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	Фон 2 (N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>90</sub> )	Фон 3 (N <sub>130</sub> P <sub>130</sub> K <sub>90</sub> )
Фактор В – сорта и гибриды кукурузы	Бирсу (стандарт)	Бирсу (стандарт)	Бирсу (стандарт)
	Алитет 2	Алитет 2	Алитет 2
	Гуран 2	Гуран 2	Гуран 2
	P 7515	P 7515	P 7515
	P 8521	P 8521	P 8521
	P 7460	P 7460	P 7460
	Молдавский 215 СВ	Молдавский 215 СВ	Молдавский 215 СВ

Агроклиматические условия вегетационного периода 2021, 2022 и 2023 годов представлены на рисунках 1, 2. Вёсны 2021 и 2023 годов были в основном тёплыми и с недостатком влаги, благодаря чему почва была прогрета достаточно, тогда как весенний период 2022 г. отличался достаточной влажностью. В среднем за годы исследований температура воздуха вегетационного периода превысила среднемноголетние показатели в июне – на 2,48 %, июле – на 3,17 %, августе – на 2,04 % и в сентябре – на 12,94 %.

Выпадение осадков было неравномерным. Так, в 2021 и 2022 годах в апреле выпало 85,6 % и 76,4 % от нормы соответственно, а в 2022 году – 152 % от нормы; в мае 2021

и 2022 годов увлажнение было выше нормы соответственно на 13,7 и 6,0 %, а в 2023 году дефицит осадков составил 15,6 %. Июнь 2022 и 2023 годов отличался недостатком влаги, соответственно 88 и 68 % от нормы, тогда как в 2021 году количество июньских осадков превысило норму на 22,7 %. Июль 2021 и 2022 годов был засушливым, выпадение осадков составило 34,4 и 37,9 % от среднемноголетней нормы соответственно. В августе и сентябре 2022 года выпадение осадков превысило норму соответственно на 142,4 и 26 %. В остальные годы осенние месяцы характеризовались незначительными отклонениями от среднемноголетних показателей.

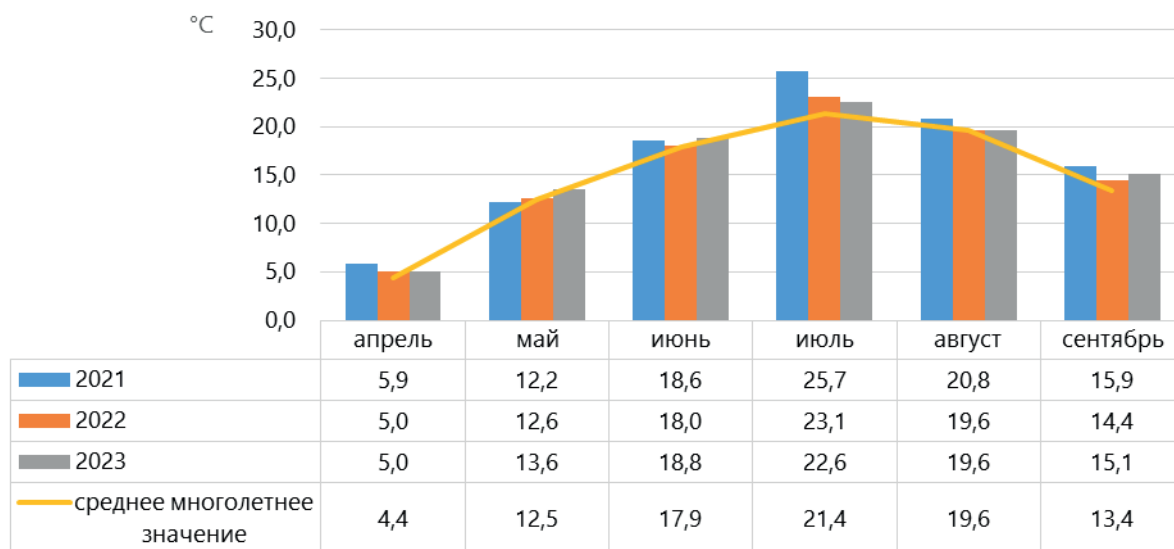
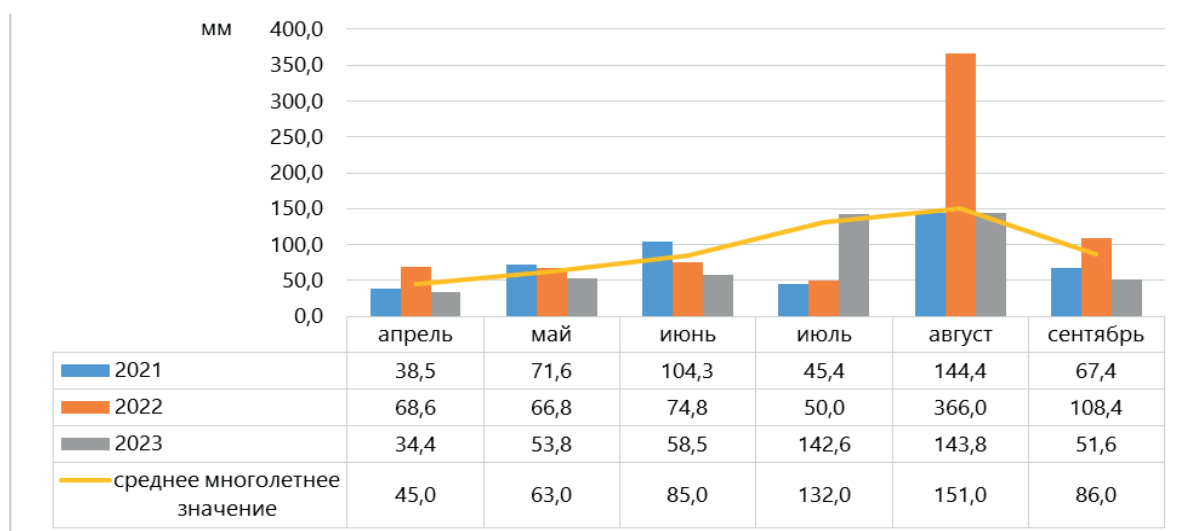


Рисунок 1 – Температурный режим в годы исследования, 2021–2023 гг., °C

Figure 1 – Temperature regime during the years of study, 2021–2023, °C



**Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков в годы исследования, 2021–2023 гг., мм**

**Figure 2 – Average monthly precipitation in the years of study, 2021–2023, mm**

### Результаты и обсуждение

В результате исследований выявлено, что внесение удобрений оказало положительное действие на рост вегетативной массы растений кукурузы (таблица 2). Отмечено постепенное увеличение биомассы с повышением дозы азота и фосфора практически у всех изучаемых генотипов, кроме Р 7460, у которого изменение данного параметра не превышало 5 %. Среди отечественных (местных) сортов Гуран 2 был наиболее отзывчивым на удобрения, сформировав биомассу на 34 % выше стандарта. Наибольшая величина надземной зелёной массы была у сорта кукурузы Алитет – 32,40 т/га. Гибриды иностранной селекции показали лучшие показатели урожая зелёной массы (46,61 т/га).

Внесение удобрений в дозе  $N_{110}P_{110}K_{90}$  (фон 2) существенным образом сказалось на урожайности зелёной массы и зерна кукурузы, увеличив её соответственно в среднем по сортам на 12 и 13 %. Дальнейшее увеличение внесения азотно-фосфорных удобрений (фон 3) не оказало значимого влияния на продуктивность растений кукурузы, поскольку удлинено вегетационный период всех изучаемых гибридов, лишив условий для полноценного созревания зерна. Так, начиная с фазы 7 листа межфазные периоды роста и развития растений удлинились на 5...10 дней, и к моменту уборки зерно в початках достигло лишь восковой спелости. При этом гибриды

иностранной селекции (Р 7515, Р 8521, Р 7460), несмотря на высокий потенциал урожайности, на всех фонах минерального питания не вызревали. Наивысшая урожайность зерна у генотипов местной селекции отмечена у сорта Алитет 2 (12,34 т/га) по фону 2, среди генотипов иностранной селекции наибольшей зерновой продуктивностью отличался гибрид Р 7515 (20,80 т/га) по фону 3.

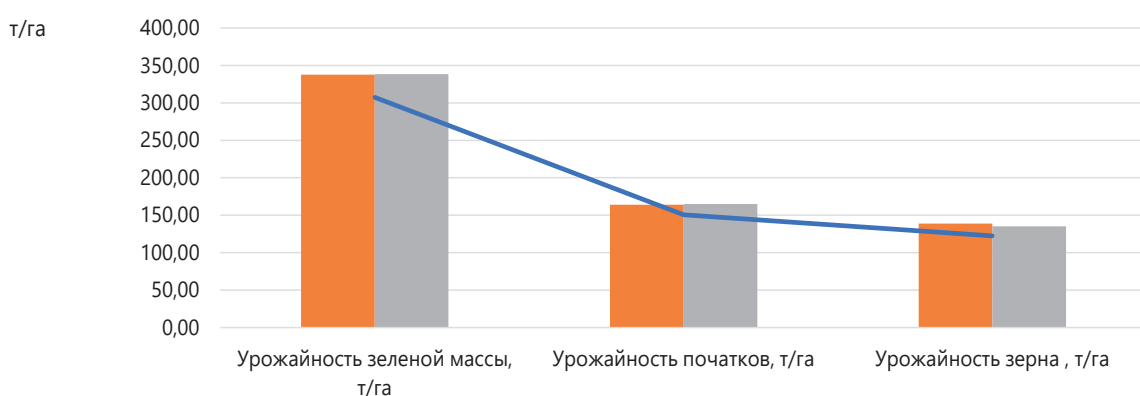
По результатам полевого опыта был оценён вклад изучаемых факторов (сорт и удобрения) в формирование урожайности. Так, вклад сорта в формирование урожая зелёной массы составил 92,66 %, урожая початков – 92,60 %, зерна – 93,77 %. Вклад фона минерального питания был ниже и составил 3,32 % в урожае зелёной массы, 2,60 % – урожае початков и 2,91 % – урожае зерна. Вклад в формирование продуктивности растений кукурузы от взаимодействия обоих факторов составил 4,02 % в урожае зелёной массы, 4,80 % – початков и 93,31 % в урожае зерна.

Следует отметить, что хотя по фону 3 с дополнительным внесением относительно контроля  $N_{40}P_{40}$  показатели величины зелёной массы и початков были относительно высокими, наибольшая урожайность зерна отмечена в варианте с дополнительным внесением относительно контроля  $N_{20}P_{20}$  (рисунок 3).

Таблица 2 – Средняя урожайность кукурузы, 2021–2023 гг., т/га

Table 2 – Average corn yield, 2021–2023, t/ha

Фактор А (удобрения)	Фактор В (сорт/гибрид)	Общая урожайность зелёной массы, т/га	Урожайность початков, т/га	Урожайность зерна при 14 % влажности, т/га
Фон 1 (контроль N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	Бирсу	24,44	11,77	9,31
	Алитет 2	26,43	12,86	10,70
	Гуран 2	21,95	10,69	9,37
	Р 7515	43,14	20,88	17,38
	Р 8521	34,29	17,43	13,73
	Р 7460	42,58	19,54	16,70
	Молдавский 215 СВ	22,26	12,32	8,57
Фон 2 (N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>90</sub> )	Бирсу	29,26	12,06	9,88
	Алитет 2	32,44	14,83	12,34
	Гуран 2	30,14	15,65	12,09
	Р 7515	46,55	22,24	20,06
	Р 8521	34,60	18,64	15,87
	Р 7460	41,80	19,25	17,58
	Молдавский 215 СВ	21,71	12,02	9,36
Фон 3 (N <sub>130</sub> P <sub>130</sub> K <sub>90</sub> )	Бирсу	28,26	12,53	9,28
	Алитет 2	28,61	12,87	10,34
	Гуран 2	28,10	14,05	10,04
	Р 7515	46,61	22,98	20,80
	Р 8521	37,76	20,68	17,01
	Р 7460	41,00	20,70	19,02
	Молдавский 215 СВ	26,56	11,57	8,18
HCP <sub>A</sub>		3,02	1,86	1,39
HCP <sub>B</sub>		4,62	2,85	2,14
HCP <sub>A*B</sub>		8,00	4,93	3,70



Фон	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность початков, т/га	Урожайность зерна, т/га
Фон N <sub>110</sub> P <sub>110</sub> K <sub>90</sub>	33,79	16,38	13,88
Фон N <sub>130</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	33,84	16,48	13,52
Фон N <sub>90</sub> P <sub>110</sub> K <sub>90</sub>	30,73	15,07	12,25

Рисунок 3 – Средняя урожайность кукурузы по фонам минерального питания

Figure 3 – Average corn yield based on mineral nutrition backgrounds

### Выводы

Таким образом, было выяснено, что сортовые особенности оказывают ключевое значение на формирование урожая зелёной массы (92,66 %), початков (92,60 %) и зерна (93,77 %). Показатели урожайности кукурузы значительно увеличились при внесении удобрений в дозе  $N_{110}P_{110}K_{90}$  (фон 2) и  $N_{130}P_{130}K_{90}$  (фон 3) относительно контроля на 12 и 13 % соответственно. Сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2 показали урожайность выше контрольного сорта

Бирсу. Гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 не вызревают до полной спелости в условиях Хабаровского края. Внесение удобрений в дозе  $N_{130}P_{130}K_{90}$  увеличивает длину межфазовых периодов растений кукурузы в среднем на 5...10 дней. Поэтому целесообразно в условиях Хабаровского края для возделывания кукурузы использовать новые сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2 при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{110}P_{110}K_{90}$ .

### Список источников

1. Назарова А. А. Аграрный сектор Хабаровского края в современных экономических условиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 8 (122). С. 20. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.95>
2. Кириллов Н. А., Соколова Е. А. Урожайность зелёной массы и зерна гибридов кукурузы отечественной селекции // Аграрная Россия. 2019. № 6. С. 29–33. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-6-29-33>
3. Коломейченко В. В. Кормопроизводство: учебник для подготовки бакалавров по направлениям «Агрохимия и агропочвоведение» и «Агрономия». Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2015. 656 с. ISBN 978-5-8114-1683-7
4. Карашаева А. С. Формирование величины и качества урожая зерна кукурузы при использовании удобрений и биопрепаратов // Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д. Н. Прянишникова». 2000. № 113. С. 100.
5. Карашаева А. С., Хаширов А. А. Продуктивность зерновой кукурузы в зависимости от условий минерального питания // Молодой ученый. 2016. № 5 (109). С. 257–259.
6. Коломейченко В. В. Растениеводство: Учебник. Москва: Агробизнесцентр, 2007. 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6
7. Семёнова Е. А., Калашников Р. П. Использование минеральных удобрений при выращивании кукурузы в южной сельскохозяйственной зоне амурской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1 (127). С. 1–8. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.16>
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с. ISBN 978-5-903034-96-3
9. Зубрев А. И., Кологоров Н. В., Шевцова А. А. Технология возделывания в Хабаровском крае. Хабаровск: Издательство Магеллан, 1999. 56 с.

### References

1. Nazarova AA. Agrarnyi sektor Khabarovskogo kraya v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh [The agricultural sector of the Khabarovsk Territory in modern economic conditions]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. International scientific research journal*. 2022;8:122:20. (in Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.95>
2. Kirillov NA, Sokolova EA. Urozhainost' zelenoi massy i zerna gibridov kukuruzy otechestvennoi seleksii [Productivity of green mass and grain of corn hybrids of domestic selection]. *Agrarnaya Rossiya. Agrarian Russia*. 2019;6:29–33. (in Russ.). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2019-6-29-33>
3. Kolomeichenko VV. *Kormoproizvodstvo: uchebnik dlya podgotovki bakalavrov po napravleniyam "Agrokimiya i agropochvovedenie" i "Agronomiya"* [Feed production: a textbook for preparing bachelors in the areas of "Agrochemistry and agro-soil science" and "Agronomy"]. Saint Petersburg: Lan Publishing House, 2015;656 p. (in Russ.). ISBN 978-5-8114-1683-7
4. Karashaeva AS. *Formirovanie velichiny i kachestva urozhaya zerna kukuruzy pri ispol'zovanii udobrenii*

*i biopreparatov. [Formation of the size and quality of corn grain yield when using fertilizers and biological products].* Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe nauchnoe uchrezhdenie "Byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta udobrenii i agropochvovedeniya im. D. N. Pryanishnikova". Federal State Budgetary Scientific Institution "Bulletin of the All-Russian Research Institute of Fertilizers and Agricultural Soil Science named after. D. N. Pryanishnikov." Moscow: 2000;113:100. (in Russ.).

5. Karashaeva AS, Khashirov AA. Produktivnost' zernovoi kukuruzy v zavisimosti ot uslovii mineral'nogo pitaniya [Productivity of grain corn depending on the conditions of mineral nutrition]. *Molodoi uchenyi. Young scientist.* 2016;5:109:257–259. (in Russ.).

6. Kolomeichenko VV. *Rasteniyevodstvo [Plant growing].* Uchebnik. Moscow: Agrobiznestsentr, 2007;600 p. (in Russ.). ISBN 978-5-902792-11-6

7. Semenova EA, Kalashnikov RP. Ispol'zovanie mineral'nykh udobrenii pri vyrashchivanii kukuruzy v yuzhnoi sel'skokhozyaistvennoi zone Amurskoi oblasti [The use of mineral fertilizers when growing corn in the southern agricultural zone of the Amur region]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. International Scientific Research Journal.* 2023;1:127:1–8. (in Russ.). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.16>

8. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya).* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 5 th ed., add. and processed Moscow: Agropromizdat, 1985;351 p. (in Russ.). ISBN 978-5-903034-96-3

9. Zubrev AI, Kologorov NV, Shevtsova AA. *Tekhnologiya vozdel'yvaniya v Khabarovskom krae [Cultivation technology in the Khabarovsk Territory].* Khabarovsk: Magellan Publishing House, 1999;56 p. (in Russ.).

#### **Информация об авторе**

А. А. Лукашина – науч. сотр.

#### **Information about the author**

A. A. Lukashina – Researcher

**Статья поступила в редакцию 15.04.2024;  
одобрена после рецензирования 25.04.2024;  
принята к публикации 08.05.2024**

**The article was submitted 15.04.2024;  
approved after reviewing 25.04.2024;  
accepted for publication 08.05.2024**