

Научная статья  
УДК 633.853.494: 631.8  
doi: 10.28983/asj.y2022i2pp42-47

## Биологическая эффективность применения гиббереллиновой кислоты в технологии возделывания рапса ярового в условиях Рязанской области

Ольга Викторовна Левакова

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязые, Россия, e-mail: levakova.olga@bk.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований биологической эффективности гиббереллиновой кислоты (ГК) в технологии возделывания рапса ярового, проведенных в 2019–2021 гг. Выявлено влияние гиббереллиновой кислоты на урожайность и качество маслосемян рапса ярового в условиях лесостепной зоны Рязанской области. Установлено явное преимущество по сохранности и общей выживаемости растений рапса к уборке при применении Ga3. Использование ГК повлияло на дату наступления фенотипов культуры в увлажненном году, сократив вегетационный период на 3 дня. В засушливые годы при невысокой вегетативной массе существенного влияния не оказала. Применение ГК положительно сказалось на структуре урожая ярового рапса. Число ветвей 1-го порядка увеличилось на 21,2–42,8 %, стручков – на 5,9–25,0 %, семян с одного стручка – на 8,3–52,2 %. Масса семян с 1-го растения возросла на 20,6–28,0 %, число семян с 1-го растения – на 14,7–18,8 %, масса 1000 семян – на 5,5–17,5 %. Урожайность маслосемян после использования ГК увеличилась на 26,7–29,1 %. Обработка посевов ГК обеспечила достоверную прибавку урожая на 2,6–3,2 ц/га по сравнению с контролем во все годы исследований. Масличность семян не имела существенного отклонения от контроля.

**Ключевые слова:** рапс (*Brassica napus*); гиббереллиновая кислота; сохранность; структура урожая; урожайность.

**Для цитирования:** Левакова О. В. Биологическая эффективность применения гиббереллиновой кислоты в технологии возделывания рапса ярового в условиях Рязанской области // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 42–47. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp42-47>.

AGRONOMY

Original article

## Biological efficiency of gibberellic acid application in the technology of spring rapeseed cultivation in the conditions of the Ryazan region

Olga V. Levakova

Institute of Seed Production and Agrotechnologies - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM", Ryazan region, Ryazan district, Podvyezze village, Russia, e-mail: levakova.olga@bk.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies of the biological effectiveness of gibberellic acid in the technology of cultivation of spring rapeseed, conducted in the conditions in 2019–2021. The purpose of the research is to identify the effect of gibberellic acid (GC) on the yield and quality of spring rapeseed oil seeds in the conditions of the forest-steppe zone of the Ryazan region. A clear advantage in the safety and overall survival of rapeseed plants for harvesting with the use of GC was revealed. It was found that the use of GC affected the date of the onset of the phenophases of the culture in the moistened year, reducing the growing season by 3 days. In a dry year, with a low vegetative mass, it did not have a significant effect. The use of GC had a positive effect on the structure of the spring rapeseed crop. The number of branches of the 1st order increased with the use of GC growth by 21,2–42,8 %, the number of pods by 5,9–25,0 %, the number of seeds from one pod by 8,3–52,2 %, the mass of seeds from the 1st plant by 20,6–28,0 %, the number of seeds from the 1st plant by 14,7–18,8 %, the mass of a thousand seeds by 5,5–17,5 %. The yield of oilseeds after the use of GC increased by 26,7–29,1 %. Processing of GC crops provided a reliable increase in yield by 2,6–3,2 c/ha, compared with the control in all years of research. The oil content of the seeds did not have a significant deviation from the control.

**Keywords:** rapeseed (*Brassica napus*); gibberellic acid; preservation; crop structure; yield.

**For citation:** Levakova O.V. Biological efficiency of gibberellic acid application in the technology of spring rapeseed cultivation in the conditions of the Ryazan region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(2):42–47. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp42-47>.





**Введение.** В мировом сельском хозяйстве рапс (*Brassica napus*) занимает прочные позиции как одна из основных масличных культур. Она представляет интерес не только как источник ценного растительного масла, но и как универсальная кормовая культура, содержащая кормовой белок (жмых, шрот). Также является источником для выработки биотоплива. Особое значение имеют посеvy рапса, обладающие высокой фитосанитарной характеристикой в севооборотах; его используют и как медонос [6, 10, 11, 12].

Рапс – трудоемкая, но в то же время перспективная и рентабельная культура [2]. Благоприятная конъюнктура мирового рынка и растущий спрос на растительное масло способствуют развитию данной культуры. На территории РФ в последние годы наблюдается значительное увеличение посевных площадей и валовых сборов рапса [15, 16].

С пересмотром экономических аспектов и потребностей сельхозпроизводителей возникла необходимость изменения привычных приемов возделывания сельскохозяйственных культур [7, 8]. Одним из перспективных направлений современного выращивания растениеводческой продукции является использование различных росторегулирующих веществ. На сегодняшний день аграрный рынок переполнен всевозможными биостимуляторами [3, 13, 14]. Однако для внедрения в производство необходимы эффективные и работающие регуляторы роста, благоприятно воздействующие на сельскохозяйственные культуры. Поэтому назрела необходимость расширения исследований в данном направлении.

К широко используемым регуляторам роста растений относятся гиббереллины. Гиббереллиновая кислота ( $Ga_3$ ) – она из самых известных форм гиббереллина. Это естественный гормон роста (извлечена из *Gibberella fujikuroi* (грибов)), посредством которого осуществляется регуляция роста растений [5]. Однако эффективность применения данных препаратов зависит от почвенно-климатических условий региона применения и биологических особенностей культур [1].

Цель исследований – выявить влияние гиббереллиновой кислоты на продуктивность и качество маслосемян рапса ярового в условиях лесостепной зоны Рязанской области.

**Методика исследований.** Исследования проводили на полях лаборатории селекции и первичного семеноводства ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в лесостепной агроклиматической зоне Рязанской области. Почва темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, среднего уровня плодородия (содержание гумуса – 4,54 %).

Варианты опыта: 1) контрольный (без обработки); 2) опытный (опрыскивание растений в фазе ветвления (80 г/га) + опрыскивание растений в фазе бутонизации – начала цветения (80 г/га) ГК (концентрация по д.в. 40 г/кг) с расходом рабочей жидкости 200 л/га). Опрыскивание осуществляли при температуре воздуха 19–20 °С и скорости ветра 1–2 м/с, без осадков.

Площадь опытных делянок – 25 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – четырехкратная. Норма высева рапса – 2,5 млн всхожих семян на 1 га. Посевы располагались по предшественнику озимая пшеница. Под предпосевную культивацию вносили минеральные удобрения – азофоска по 1,0 ц/га ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ). Для подавления вредных насекомых и сорной растительности опрыскивали баковой смесью (Хакер, ВРГ – 0,1 л/га + Би-58 Новый, КЭ – 0,7 л/га).

В полевом опыте высевали рапс яровой сорт Антарес. Сорт 00 типа. Включен в Госреестр в 2019 г. по данному региону испытания. Растение средней длины (90–105 см), высота прикрепления нижней ветви – 28–45 см. Содержание жира – 38,6–47,1 %. Масса 1000 семян – 3,4–4,3 г. Устойчивость к полеганию и осыпанию – 4,2–5,0 балла.

Методической основой выполняемых исследований являлся полевой факториальный эксперимент [4]. Во время вегетации проводили фенологические наблюдения, оценки и учеты согласно общепринятой методике [9]. Качественные показатели семян рапса ярового (содержание масла) определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241. Статистическую обработку экспериментальных данных методом дисперсионного ( $НСР_{05}$ ) анализа проводили в Microsoft Office Excel.

Метеорологические условия вегетационных периодов рапса ярового за годы исследований были контрастными по температурному режиму и влагообеспеченности и отражали особенности региона (табл. 1).

Вегетационный период 2019 г. характеризовался критическим дефицитом влаги и повышенной температурой воздуха ( $ГТК = 0,73$ ). Посев проводили 8 мая. Осадков в I и II декадах мая выпало всего лишь 60,0 и 87,0 % от среднееголетних значений соответственно. При этом среднемесячная температура воздуха составила 19,1 °С, что на 6,4 °С выше среднееголетних значений. В течение мая осадков выпало 48,0 мм, но они выпадали не равномерно и в основном в конце месяца. Расте-

Условия вегетационного периода ярового рапса, 2019–2021 гг.

Год	Параметры	Май				Июнь				Июль			
		декада			среднемесячная	декада			среднемесячная	декада			среднемесячная
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
2019	Осадки, мм	6,6	10,5	30,9	48,0	–	3,2	35,0	38,2	10,7	9,4	18,1	38,2
	Температура, °С	18,3	18,0	21,1	19,1	24,3	22,1	21,7	22,7	19,0	19,3	20,1	19,5
2020	Осадки, мм	27,7	8,1	21,3	57,1	71,0	11,7	30,2	112,9	17,9	31,2	6,4	55,5
	Температура, °С	14,7	11,9	15,5	14,0	18,9	23,1	20,6	20,9	24,6	21,3	21,7	22,5
2021	Осадки, мм	26,9	6,6	9,0	42,5	62,5	6,6	3,2	72,3	9,7	–	31,4	41,1
	Температура, °С	12,8	21,2	17,4	17,1	18,1	22,5	28,9	23,2	25,0	29,6	23,2	25,9
Средне-многолетняя	Осадки, мм	11	12	14	37	16	17	19	52	20	22	22	64
	Температура, °С	10,7	12,8	14,6	12,7	15,8	16,6	17,4	16,6	18,3	18,9	19,3	18,8

ния ярового рапса при повышенной температуре и дефиците влаги испытывали стресс в начальный период развития, были угнетены; вегетативная масса растений в данном году сформировалась не высокая. Летняя засуха проявлялась в I и II декадах июня, ГТК = 0 и 0,14 соответственно, а среднемесячная температура воздуха в это время была на 5,5–8,5 °С выше среднемноголетних значений. Основная масса атмосферных осадков выпала в конце III декады месяца. Июль отличался умеренно теплой погодой, температура воздуха в среднем за месяц составила 19,5 °С, что на 0,7 °С выше среднемноголетних значений, и недобором осадков (всего 59,7 % от нормы).

Вегетационный период 2020 г. был достаточно увлажненным (ГТК = 1,34). Условия I декады мая были благоприятными для посева ярового рапса. Среднемесячная температура воздуха составила 14,7 °С, что выше на 4,0 °С среднемноголетних значений, а осадков выпало 27,7 мм, на 151,8 % больше среднемноголетних значений. Максимальная температура воздуха в отдельные дни достигала 25,0 °С. Условия II декады мая были удовлетворительными для появления дружных всходов культуры. Средняя дневная температура воздуха составила 11,9 °С, что ниже на 0,9 °С средних многолетних данных, а сумма осадков составила 8,1 мм, на 32,5 % меньше средних многолетних значений. Фазы роста и развития ярового рапса проходили в комфортных условиях, так как температурный режим III декады мая характеризовался умеренно прохладными условиями с достаточным количеством влаги. Такие условия способствовали формированию мощной вегетативной массы растений. В I декаде июня отмечалась прохладная погода с интенсивным увлажнением (осадков выпало 71 мм, что в 4,5 раза больше среднемноголетних значений, ГТК = 3,9). Июль характеризовался оптимальными условиями по температурному режиму и влагообеспеченности. Август был прохладным с частыми дождями, температура воздуха в I декаде месяца составила 16,7 °С, что на 1,9 °С ниже среднемноголетних значений.

Вегетационный период 2021 г. характеризовался засушливыми условиями. Температура I декады мая была умеренно теплой – 21,5 °С, с большим количеством осадков (превышение нормы более чем в 2 раза – 26,9 мм). Во второй половине мая произошло резкое повышение среднесуточных температурных значений и снижение количества осадков. Посев проводили 20 мая. Аналогичными метеоусловиями характеризовалась III декада мая. Прохладным температурным режимом и большим количеством выпавших осадков отличалась I декада июня. Осадков выпало почти в 4 раза больше нормы – 62,5 мм. Этот период сопровождался повышением температуры воздуха (превышение нормы на 5,9–11,5 °С). Дневные максимальные температуры достигали 35,0 °С, а среднесуточные – 31,6 °С. Среднесуточная температура за III декаду июня составила 28,9 °С. В этот период наблюдался недобор осадков. Аналогичная ситуация сложилась и во II декаде июля, ГТК составил 0, а среднемесячная температура воздуха была на 10,7 °С выше среднемноголетних значений. Дневные максимальные температуры достигали 34,0–35,0 °С, а среднесуточные 30,9–31,7 °С. В фазу стеблевания отмечали критичное повышение дневной температуры воздуха (до 33,0–35,0 °С) и очень малое количество осадков, что негативно сказалось на росте и развитии растений рапса (слабое ветвление растений и накопление вегетативной массы). В связи с этим в экстремальных условиях растения рапса быстро проходили межфазные периоды.



**Результаты исследований.** Температурный режим исследуемых вегетационных периодов был благоприятным для прорастания семян и появления всходов. Визуально посе́вы оценивали на 8 баллов (хорошие). Полевая всхожесть в опыте составила 94,8–96,4 %, сохранность растений к уборке варьировала от 47,4 % (контроль) до 54,8 %. Анализ данных табл. 2 свидетельствует о явном превосходстве по сохранности и общей выживаемости растений рапса перед уборкой при использовании ГК.

Таблица 2

**Влияние ГК на количественные характеристики перед уборкой и устойчивость к болезням растений ярового рапса, 2019–2021 гг.**

Вариант	Перед уборкой		Общая выживаемость, %	Устойчивость к полеганию, балл	Болезни, балл		
	шт./м <sup>2</sup>	сохранность, %			пероноспороз ( <i>Plasmopara halstedii</i> )	альтернариоз ( <i>Alternaria brassicae</i> )	фомоз ( <i>Phoma lingam</i> )
2019 г.							
1	120,1	50,0	48,0	5,0	4,9	4,8	4,8
2	129,4	54,3	51,8	5,0	5,0	5,0	5,0
2020 г.							
1	113,4	47,4	45,4	3,8	4,6	4,8	4,6
2	127,9	54,0	51,2	3,2	4,8	4,8	4,7
2021 г.							
1	119,3	49,5	47,7	5,0	4,8	4,8	4,7
2	131,6	54,8	52,6	5,0	5,0	4,9	5,0

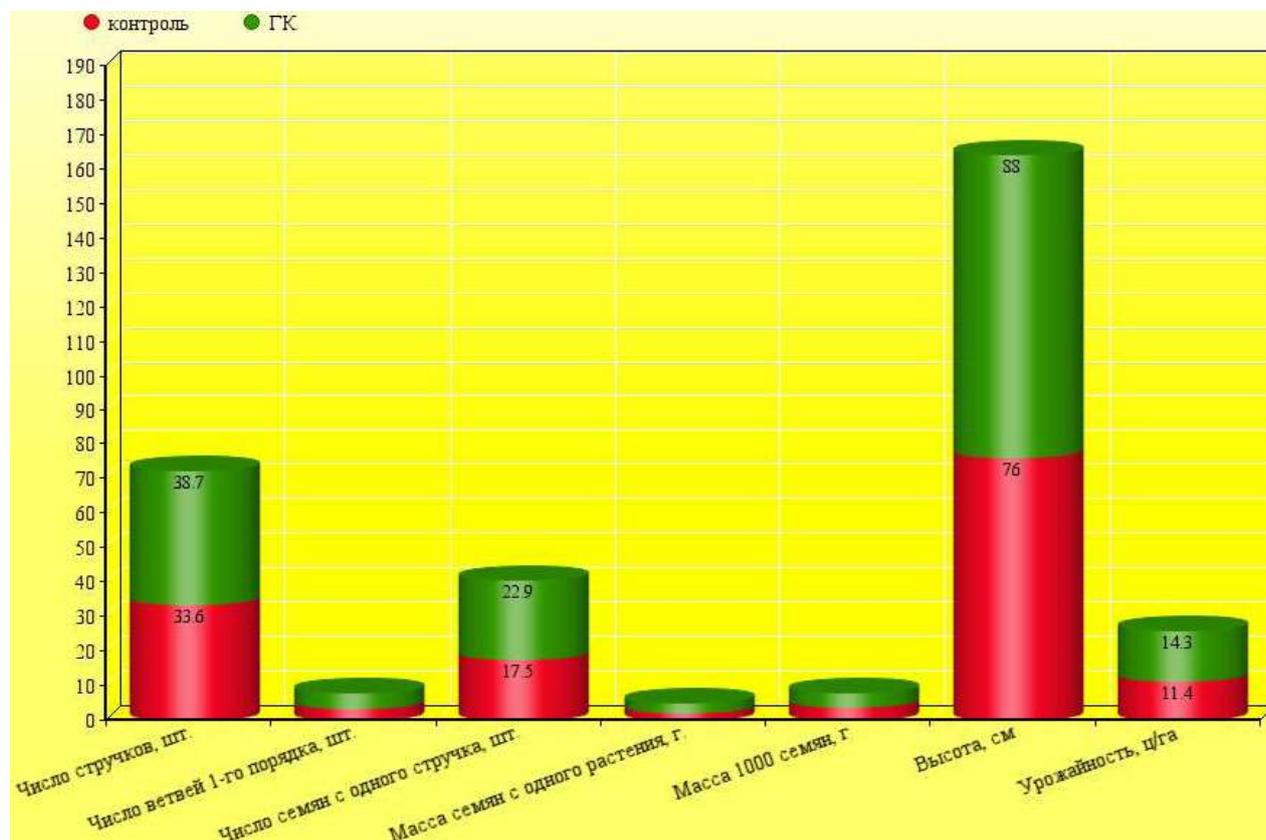
Так, если на контрольном варианте в 2020 г. из 239 жизнеспособных растений к периоду уборки осталось 113,4 шт., или 47,4 %, то с использованием регулятора роста показатель увеличился на 6,6 %. Несмотря на разность метеоусловий вегетационных периодов, аналогичные результаты получены и в засушливых 2019 и 2021 гг. Снижение устойчивости к полеганию в 2020 г. на 0,6 балла связано, прежде всего, с большим накоплением вегетативной массы и генеративных органов растений рапса. ГК незначительно (на 0,1–0,3 балла), но повысила устойчивость к распространенным в регионе болезням рапса.

Наблюдения за развитием фенологических фаз данной культуры показали, что применение ГК повлияло на дату их наступления в увлажненном 2020 г. Начиная с фазы бутонизации, проявлялось действие ГК – длительность данного периода сократилась на 1 сутки и уже к фазе «зеленый стручок» уменьшилась до 3 дней. Таким образом, вегетационный период на контрольном варианте составил 99 дней, на вариантах с применением ГК он сократился на 3 дня. Но в засушливые годы (2019, 2021) при невысокой вегетативной массе существенного влияния не оказала. В среднем вегетационный период по вариантам опыта в данные годы составил 84–86 дней.

Использование ГК повлияло и на структурные характеристики урожая ярового рапса (см. рисунок). На фоне различных лимитирующих стресс-факторов внешней среды количественные структурные признаки продуктивности требуют дополнительного анализа в конкретных почвенно-климатических условиях. Важным показателем для определения биологической урожайности является персональная продуктивность растений. Так, с использованием ГК наблюдалась аугментация числа стручков на 1 растении, числа семян на 1 стручке, массы и числа семян с 1 растения, массы 1000 семян независимо от условий года.

По годам исследований при использовании ГК наблюдали повышение количества ветвей 1-го порядка на 21,2–42,8 %, стручков – на 5,9–25,0 %, семян с одного стручка – на 8,3–52,2 %, семян с 1-го растения – на 14,7–18,8 %, массы семян с 1-го растения – на 20,6–28,0 %, массы 1000 семян – на 5,5–17,5 %. Применение ГК увеличило высоту растений рапса на 8–12 см в сравнении с контролем. Так, высота растений рапса с ГК сильно варьировала по годам исследований от 69 см (2019 г.) до 105 см (2020 г.). Естественно, что максимальные показатели от применения ГК были получены в благоприятном по увлажнению 2020 г. Соответственно, имея такие структурные показатели количественных признаков, и урожайность на вариантах с ГК была выше. Урожайность маслосемян рапса ярового после использования ГК возросла на 26,7–29,1 % (табл. 3). Обработка посевов ГК обеспечила достоверную прибавку урожая на 2,6–3,2 ц/га по сравнению с контролем во все годы исследований. На масличность ГК особого влияния не оказала, данный показатель мало изменялся по годам исследований. Видимо, это генетически заложенный признак.





Структурная продуктивность ярового рапса, среднее за 2019–2021 гг.

Таблица 3

## Влияние ГК на урожайность и качество семян ярового рапса

Вариант	Урожайность по повторениям, ц/га				Средняя урожайность		Масличность (на сух. в-во), %
	1	2	3	4	ц/га	% к контролю	
2019 г.							
1	11,9	12,6	11,2	10,4	11,5	100,0	45,9
2	14,9	13,6	13,8	14,0	14,1	122,6	46,1
НСР <sub>05</sub> = 1,40 ц/га							
2020 г.							
1	10,6	11,2	11,3	11,0	11,0	100,0	46,3
2	14,4	13,8	14,5	14,0	14,2	129,1	45,7
НСР <sub>05</sub> = 1,36 ц/га							
2021 г.							
1	10,3	11,5	12,3	12,4	11,6	100	46,5
2	15,5	14,7	13,6	15,0	14,7	126,7	46,6
НСР <sub>05</sub> = 1,79 ц/га							

**Заключение.** Для улучшения условий роста и развития растений ярового рапса в условиях Рязанской области достаточно эффективно применение ГК. Использование гиббереллиновой кислоты на яровом рапсе положительно сказалось на сохранности растений к уборке, элементах структуры урожая, сопротивляемости растений к заболеваниям, что способствовало повышению урожайности маслосемян.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влагодобеспеченность посевов ярового рапса на агрочерноземах Канской лесостепи / Н. Л. Кураченко [и др.] // Вестник аграрной науки. 2020. № 5 (86). С. 39–44.
2. Влияние обработки препаратами, содержащими гуминовые кислоты, на масличность и жирнокислотный состав семян *Brassica napus* L. / Я. В. Смольникова и [др.] // Химия растительного сырья. 2021. № 1. С. 191–196.
3. Горлова Л. А., Сердюк В. В., Сердюк О. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края // АгроФорум. 2019. № 8. С. 76–78.





4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
5. Использование регуляторов роста при выращивании сельскохозяйственных культур / В. И. Балакшина [и др.] // Научно-аграрный журнал. 2008. № 2(83). С. 14–18.
6. Кузнецова Г. Н., Полякова Р. С., Лошкормойников И. А. Продуктивность и жирнокислотный состав масла рапса и сурепицы в условиях Западной Сибири // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 6. С. 42–44.
7. Левакова О. В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области // Аграрная наука. 2021. № 346(3). С. 70–73.
8. Левакова О. В., Гладышева О. В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность нового сорта ярового ячменя Знатный в Нечерноземной зоне РФ // Зерновое хозяйство России. 2021. № 4(76). С. 86–90.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 2019. 194 с.
10. Перспективы использования рапсового жмыха в питании спортсменов / А. Д. Тошев [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18. № 1. С. 115–124.
11. Разработка полноценных комбикормов с использованием рапсового шрота / Е. Е. Курчаева [и др.] // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 145–152.
12. Рапс и сурепица (Выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.]. М.: И.Д. ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2007. 320 с.
13. Самсонов Ю. Н., Макаров В. И. Применение аэрозолей природных биоактивных веществ для регулирования роста растений // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. № 2(4). С. 117–120.
14. Шаповал О. А., Можарова И. П., Коршунов А. А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16–20.
15. Чарыкова О. Г., Отинова М. Е., Тютюников А. А. Ключевые направления развития экспорта в сельском хозяйстве России: региональный аспект // Экономика региона. 2022. Т. 18. № 1. С. 193–207.
16. Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed in France / J.-F. Dejoux et al. // Agronomie. 2003. Vol. 23. P. 725–736.

## REFERENCES

1. Moisture availability of spring rape crops on agrochernozems of the Kansk forest-steppe / N. L. Kurachenko et al. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;5(86):39–44. (In Russ.).
2. The effect of treatment with preparations containing humic acids on the oil content and fatty acid composition of rapeseed L. / Ya. V. Smolnikova et al. *Chemistry of vegetable raw materials*. 2021;(1):191–196. (In Russ.).
3. Gorlova L. A., Serdyuk V. V., Serdyuk O. A. The use of growth regulators to increase winter hardiness and yield of winter rape in the conditions of the central zone of the Krasnodar Territory. *AgroForum*. 2019;(8):76–78. (In Russ.).
4. Dospikhov B. A. Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results. 4th ed., reprint. and additional. Moscow: Kolos; 1979. 416 p. (In Russ.).
5. The use of growth regulators in the cultivation of agricultural crops / V. I. Balakshina et al. *Scientific-agronomic journal*. 2008;2(83):14–18. (In Russ.).
6. Kuznetsova G. N., Polyakova R. S., Loshkomoynikov I. A. Productivity and fatty acid composition of rapeseed and surepitsa oil in conditions of Western Siberia. *International Agricultural Journal*. 2017;(6):42–44. (In Russ.).
7. Levakova O. V. Responsiveness of a new variety of spring barley Noble to the seeding rate in the conditions of the Rязan region. *Agrarian Science*. 2021; 346(3):70–73. (In Russ.).
8. Levakova O. V., Gladysheva O. V. The effect of mineral fertilizers on the productivity of a new variety of spring barley Noble in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *Grain farming of Russia*. 2021;4(76):86–90. (In Russ.).
9. Methodology of state variety testing of agricultural crops / edited by V.I. Golovachev, E.V. Kirilovskaya. Moscow; 2019. 194 p. (In Russ.).
10. Prospects for the use of rapeseed cake in the nutrition of athletes / A. D. Toshev et al. *Man. Sport. Medicine*. 2018;18(1):115–124. (In Russ.).
11. Development of full-fledged compound feeds using rapeseed meal / E. E. Kurchayeva et al. *Vestnik VGUIT*. 2020;82(3):145–152. (In Russ.).
12. Rapeseed and surepitsa (Cultivation, harvesting, use) / D. Shpaar et al. Moscow: I.D. LLC “DLV AGRODELO”; 2007. 320 p. (In Russ.).
13. Samsonov Yu. N., Makarov V. I. Application of aerosols of natural bioactive substances for plant growth regulation. *Interexpo Geo-Siberia*. 2015;2(4):117–120. (In Russ.).
14. Shapoval O. A., Mozharova I. P., Korshunov A. A. Plant growth regulators in agrotechnologies. *Plant protection and quarantine*. 2014;(6):16–20. (In Russ.).
15. Charykova O. G., Otinova M. E., Tyutyunikov A. A. Key directions of export development in agriculture of Russia: regional aspect. *The economy of the region*. 2022;18(1):193–207. (In Russ.).
16. Assessment of environmentally safe crop management systems based on very early sowing dates of winter oilseeds in France / J.-F. Dejoux et al. *Agronomy*. 2003;23:725–736.

Статья поступила в редакцию 27.03.2022; одобрена после рецензирования 24.05.2022; принята к публикации 26.05.2022.  
The article was submitted 27.03.2022; approved after 24.05.2022; accepted for publication 26.05.2022.