

# ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 633.853.494 «324»:631.811.98

<https://doi.org/10.47612/0135-3705-2022-46-261-271>

**И.Г. Бруй, Е.В. Дунькович**

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,*

*г. Жодино*

## ВЛИЯНИЕ ОСЕННЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА СЕТАР, КС НА ПЕРЕЗИМОВКУ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА

*Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022*

*Рецензент: канд. с.-х. наук Леишкевич Н.В.*

**Резюме.** В статье показана эффективность применения регулятора роста Сетар, СК (дифеноконазол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л), на озимом рапсе сорта Витовт, гибридов Мерседес и Мазари. Обработка посевов в стадию роста 4-5 настоящих листьев в норме расхода 0,5 л/га снижает высоту точки роста на 35,8–48,2 %, увеличивает диаметр корневой шейки в среднем на 6,3–16,2 %, повышает перезимовку в среднем на 14,0 % и 8,5 % на сорте Витовт и гибриде Мерседес и урожайность маслосемян на 2,4–5,4 ц/га в зависимости от сорта и гибрида.

**Ключевые слова:** регулятор роста, озимый рапс, точка роста, корневая шейка, масса наземной части, корневая система, перезимовка, урожайность.

**Введение.** Рапс – холодостойкое растение, но зимой нормально переносит морозы до  $-15^{\circ}\text{C}$  без снежного покрова, а более низкие температуры – только при наличии хотя бы 5 см снежного покрова. В производстве необходимо адаптировать агроприемы в технологии возделывания, что бы предотвратить нежелательный верхушечный рост растений и формировать розетки рапса прижатые к почве. Многие исследователи показали, что опрыскивание посевов рапса озимого препаратами Фоликур, КС (250 г/л тебуконазола) и Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазола и 125 г/л тебуконазола) в осенний период обеспечило формирование более компактной розетки, увеличение диаметра корневой шейки растений и стимулирование накопления углеводов обеспечивших лучшую зимовку культуры. Вытягивание точки роста сильно зависит от нормы высева семян: чем ниже норма высева, тем

ниже интенсивность роста и выше ростотормозящая активность регуляторов роста на рапсе [1, 2, 5, 6]. Внесение препарата Фоликур БТ, КЭ повышало перезимовку рапса в Приморском крае на 11,0–16,8, а препарата Карамба, ВР – на 8,5–13,9 % [3]. Горлова, Л.А. отмечала, что даже в благоприятных для зимовки озимого рапса условиях при использовании регуляторов роста Фоликур БТ, КЭ и Карамба, ВР весной сохранилось растений на 7–11 % больше в сравнении с контролем, поражение болезнями снизилось на 3–4 балла, урожайность маслосемян превысила контроль – на 0,18–0,22 т/га [4].

Перспективно использование регулятора роста Сетар, СК в состав которого входят дифеноконазол, 250 г/л и паклобутразол, 125 г/л. В условиях Калининградской области препарат обеспечил более высокую перезимовку озимого рапса за счет лучшего развития корневой системы, снижения длины и утолщения стебля. Это привело к повышению урожайности с 27,2 до 29,8 ц/га [8].

В опытах в Краснодарском крае применение фунгицида Сетар, СК на озимом рапсе стимулировало ветвление, что обеспечило повышение урожайности на 18,9 %. Ханько, А.А. установила, что применение регуляторов роста стабильно повышают количество растений перед уборкой озимого рапса с 26,2 шт. до 36,0–44,2 шт/м<sup>2</sup> и урожайность от 26,5 (в контроле) до 30,3 ц/га при использовании 1,0 л/га фунгицида Прозаро, КЭ (125 г/л протиоконазол и 125 г/л тебуконазола) [7].

По литературным данным, действующие вещества группы триазолов характеризуются способностью приостанавливать рост растений за счет повышения содержания в растениях цитокининов, а значит, подавления действия гиббереллинов и ауксинов – гормонов роста. Это способствует меньшему вытягиванию растений, повышает вероятность успешной зимовки культуры. Кроме того они проникают в ткани растений и борются с альтернариозом, фомозом и ложномучнистой росой [5, 9].

Цель работы заключалась в изучении влияния регулятора роста Сетар, СК на рост и развитие рапса в осенний период, перезимовку и урожайность различных сортов и гибридов озимого рапса.

**Материалы и методы исследований.** Исследования по изучению эффективности применения регулятора роста Сетар, СК (дифеноконазол, 250 г/л + паклобутразол, 125 г/л), в норме расхода 0,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры в осенний период проводили в 2018–2021 гг. на полях Смолевичского района. Почва на опытном участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: рН (KCl) – 5,8–6,2, содержание гумуса – 1,8–2,2 %, фосфора 260–330 и калия – 370–400 мг на кг почвы. Предшественником для озимого рапса

был яровой ячмень. Площадь делянки 300–500 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Объектом исследований являлся озимый рапс сорта Витовт (норма высева семян – 600 тыс./га) и гибриды Мерседес и Мазари (норма высева семян – 500 тыс./га). Срок сева: 21.08.2018 г., 24.08.2019 г., 28.08.2020 г.

Защита от сорняков, болезней и вредителей в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры по всем вариантам опыта одинаковая.

В период прекращения осенней вегетации культуры проведен морфологический анализ растений. Уровень перезимовки, структуру урожайности определяли по общепринятым методикам на закрепленных площадках. Статистическая обработка данных проводилась методами дисперсионного и регрессионного анализов по Б.А. Доспехову с помощью пакета программ, входящего в состав Microsoft Excel и с использованием компьютерной программы АВ-STAT.

Погодные условия в осенний период вегетации 2018 и 2020 гг., были благоприятными для роста и развития озимого рапса и в зиму растения уходили хорошо развитыми. Метеорологические условия в период осенней вегетации 2019 г. характеризовались недостатком влаги в сентябре, при среднесуточных температурах воздуха выше нормы, а октябрь был холоднее обычного, что сдерживало рост и развитие озимого рапса.

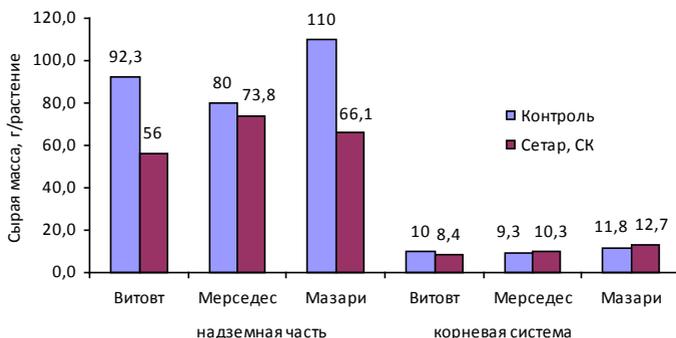
**Результаты исследований и их обсуждение.** Во все годы испытанной обработка озимого рапса в стадии 4–5 настоящих листьев культуры фунгицидом с регуляторными свойствами Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га оказывала значительное, сдерживающее рост растений, действие. Достоверное снижение высоты точки роста в среднем за три года составило 35,8–48,2 %, до 13–17 мм, при 22–29 мм в контроле, а диаметр корневой шейки увеличился на 6,3–16,2 %, в зависимости от сорта и гибрида (таблица 1).

Установлено снижение сырой массы наземной части озимого рапса в среднем за три года на 7,8–39,9 %, в зависимости от сорта (рисунок 1).

В 2019 году при недостатке влаги Сетар, СК снижал массу растений на 15,8 % (Витовт), 18,2 % (Мерседес) и 30,5 % (Мазари). В благоприятные годы (2018 и 2020 гг.) снижение массы растений составило в среднем 43,3 %, 20,7 % и 33,9 % соответственно. Т.е., чем интенсивнее растет растение, набирает массу, тем выше регуляторная активность препарата. Наряду со снижением надземной массы Сетар, СК оказывал влияние и на развитие корневой системы. В 2019 г. перед уходом в зиму в варианте применения препарата она была менее развита, а сырая масса ниже, чем в контроле на 13,4 % в среднем по сортам. В благоприятные годы масса корней на рапсе Мазари и Мерседес возросла в среднем на 11,7 и 51,2 %, а на сорте Витовт значительного влияния установлено не было.

Таблица 1 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на высоту точки роста и толщину корневой шейки озимого рапса

Вариант опыта	Высота точки роста, см					Диаметр корневой шейки, см								
	2018г.	± к контролю	2019г.	± к контролю	2020г.	± к контролю	2018г.	± к контролю	2019г.	± к контролю	2020г.	± к контролю	среднее	± к контролю, %
Сорт Витовт														
Контроль	3,54		1,81		2,08		0,96		0,87		0,80		0,88	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,05	-1,5	0,82	-1,0	0,98	-1,1	1,26	-48,2	1,10	0,2	0,71	-0,1	1,02	15,9
Гибрид Мерседес														
Контроль	3,25		1,11		2,10		1,35		1,07		0,91		1,11	
Сетар, СК 0,5 л/га	1,74	-1,5	1,24	0,1	1,17	-1,1	1,45	-35,8	0,94	0,1	1,15	0,2	1,18	6,3
Гибрид Мазари														
Контроль	4,12		2,11		2,46		1,41		1,02		0,91		1,11	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,61	-1,5	1,10	-1,0	1,33	-1,1	1,62	-41,9	1,10	0,1	1,15	0,2	1,29	16,2
Среднее по сорту и гибридам														
Контроль	3,64		1,67		2,21		1,24		0,99		0,87		1,03	
Сетар, СК 0,5 л/га	2,13	-1,5	1,05	-0,62	1,16	-1,1	1,44	-42,4	1,05	0,06	1,00	0,1	1,16	12,6
<i>НСР<sub>05</sub> по препа- рату</i>	0,59		0,38		0,30		0,14		0,06		0,12			
<i>НСР<sub>05</sub> по сортам</i>	0,53		0,46		0,17		0,12		0,12		0,14			
<i>НСР<sub>05</sub> для срав- нения частных средних</i>	0,34		0,21		0,24		0,07		0,07		0,10			



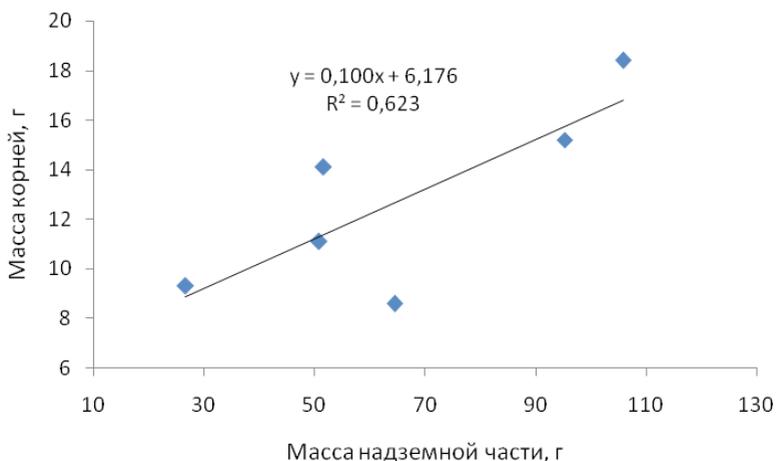
**Рисунок 1 – Сырая масса надземной части и корневой системы озимого рапса в осенний период вегетации, г/растение**

Если рассматривать повышение значения «соотношения масса наземной части к массе корней» (Е:), как индикатор наличия стресса у растений, то можно сказать, что применение регулятора роста Сетар, СК на озимом рапсе даже в условиях недостатка почвенной влаги в период осенней вегетации не оказывает негативного влияния на развитие озимого рапса. В среднем по опыту значение Е: в варианте применения регулятора роста Сетар, СК снижалось по сравнению с контролем, как в благоприятные годы с 8,9:1 до 5,1:1, так и в 2019 г. с 11,2:1 до 10,3:1 (таблица 2).

**Таблица 2 – Соотношение сырой массы надземной части и корневой системы озимого рапса в конце осенней вегетации**

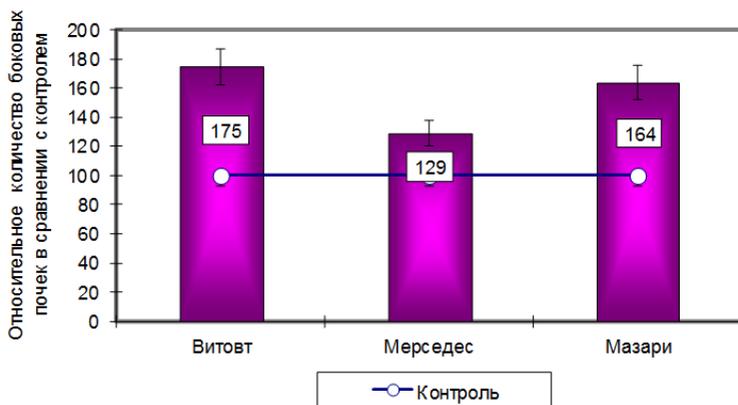
Сорт, гибрид	Вариант опыта	Соотношение сырая масса надземной части: сырая масса корней, Е:	
		неблагоприятный 2019 г.	благоприятный (среднее за 2018, 2020 гг.)
Витовт	Контроль	12,4 : 1	8,4 : 1
	Сетар, СК	13,4 : 1	5,1 : 1
Мерседес	Контроль	11,3 : 1	7,6 : 1
	Сетар, СК	11,9 : 1	5,0 : 1
Мазари	Контроль	10,1 : 1	8,9 : 1
	Сетар, СК	7,5 : 1	5,3 : 1
Среднее	Контроль	11,2 : 1	8,9 : 1
	Сетар, СК	10,3 : 1	5,1 : 1

Обработка интенсивно растущего рапса препаратом Сетар, СК способствует формированию растений с развитой корневой системой, при сдерживании верхушечного роста. Коэффициент корреляции между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в вариантах обработки в благоприятные для развития культуры годы составил  $r=0,789$ , сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением линейной зависимости ( $R^2=0,623$ ) (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Связь сырой массы наземной части (x) и сырой массы корневой системы (y) озимого рапса в контроле в осенний период вегетации при применении препарата Сетар, СК**

Наблюдения и учеты, проведенные в осенний период, показали, что внесение Сетара, СК в фазу 4–5 настоящих листьев озимого рапса стимулирует закладку боковых почек ветвления. К концу осенней вегетации их число увеличилось на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 75 %, на сорте Мерседес – на 29 % и на гибриде Мазари – на 64 % (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на осеннюю закладку боковых почек**

В целом в годы исследований условия зимовки были благоприятными: в среднем по опыту перезимовка рапса составила 79,6 %, причем значительного отклонения по сорту и гибридам не установлено. Регуляция роста культуры препаратом Сетар, СК повышала рассматриваемый показатель в среднем на 14,0 % у сорта Витовт и на 8,5 % гибрида Мерседес. Перезимовка озимого рапса Мазари повысилась на 11,5 % только в 2018/2019 г., два последующих года рассматриваемый показатель снижался на 14,0 и 10,0 % (таблица 3). Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год, когда рапс хуже всего перезимовал (2018/2019 гг.): число растений рапса на 1 м<sup>2</sup> сохранилось на 10,3 шт. у сорта Витовт, на 5,5 шт. у гибрида Мерседес и на 5,6 растений у гибрида Мазари.

**Таблица 3 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на перезимовку рапса, %**

Вариант опыта	Перезимовка, %							
	2018/ 2019 гг.	+кон- тролю	2019/ 2020 гг.	+кон- тролю	2020/ 2021 гг.	+кон- тролю г	сред- нее	+кон- тролю
Витовт								
Контроль	68,5		75		89,0		77,5	
Сетар, СК, 0,5 л/га	85,0	16,5	97,0	22,0	92,5	3,5	91,5	14,0
Мерседес								
Контроль	64,0		92,0		85,5		80,5	
Сетар, СК, 0,5 л/га	75,0	11,0	92,0	0,0	100	14,5	89,0	8,5
Мазари								
Контроль	73,5		93		76,0		80,8	
Сетар, СК, 0,5 л/га	85,0	11,5	79,0	-14,0	66,0	-10,0	76,7	-4,2
Среднее по сорту и гибридам								
Контроль	68,7		86,7		83,5		79,6	
Сетар, СК, 0,5 л/га	81,7	13,0	89,3	2,6	86,2	2,7	85,7	6,1

Сдерживание верхушечного роста препаратом Сетар, СК повышало число перезимовавших растений рапса сорта Витовт на 6,7 шт/м<sup>2</sup>, гибрида Мерседес на 4,2 шт. Число растений рапса гибрида Мазари снизилось на 2,3 шт/м<sup>2</sup>.

В благоприятные годы для зимовки озимого рапса применение регулятора роста Сетар, СК повысило перезимовку культуры в среднем по опыту на 6,1 %.

Осеннее внесение регулятора роста Сетар, СК повлияло на высоту растений рапса к уборке, которая снизилась на сорте Витовт в среднем на 9,9 см, гибридах Мерседес и Мазари – на 8,7 и 8,2 см соответственно.

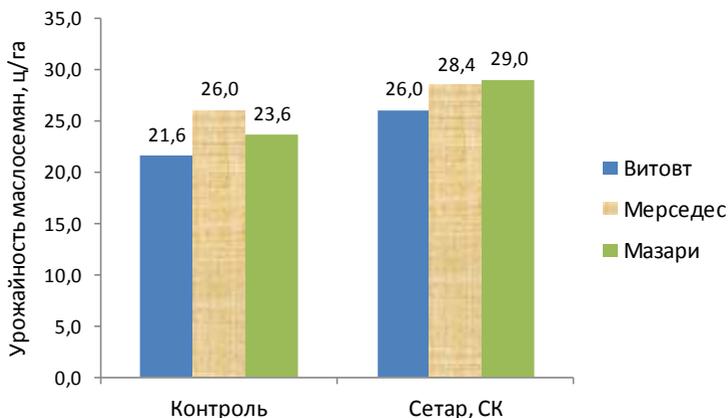
Несмотря на то, что осенью применение регулятора роста повышало число почек ветвления на всех гибридах и сорте, на гибриде Мерседес ежегодно к уборке формировалось меньшее число боковых ветвей первого порядка, чем в контроле: в среднем за три года на 11,3 %. Кроме того, Сетар, СК не оказал значимого влияния на число стручков на растении, что вероятнее всего, связано с меньшей длиной корневой системы на 4,3 % в данном варианте относительно контроля. На сорте Витовт и гибриде Мазари применение регулятора роста Сетар, СК позволило сформировать растения с большим на 8,4 и 16,1 % числом стручков соответственно (таблица 4).

**Таблица 4 – Влияние регулятора роста Сетар, СК на морфоструктурные показатели озимого рапса, %**

Вариант опыта	Среднее за 2019–2021 гг.				
	число ветвей, шт/растение	±контролю %	число стручков, шт/растение	±контролю %	масса 1000 семян, г
Сорт Витовт					
Контроль	8,7		239		4,8
Сетар, СК, 0,5 л/га	9,2	5,7	259	8,4	5,0
НСР <sub>05</sub>	0,5		23		0,4
Гибрид Мерседес					
Контроль	9,7		293		4,9
Сетар, СК, 0,5 л/га	8,6	-11,3	292	-0,3	4,9
НСР <sub>05</sub>	0,8		не дост.		не дост.
Гибрид Мазари					
Контроль	8,9		274		5,0
Сетар, СК, 0,5 л/га	10,7	20,2	318	16,1	4,9
НСР <sub>05</sub>	0,7		50		0,2
Среднее по сорту и гибридам					
Контроль	9,1		269		4,9
Сетар, СК, 0,5 л/га	9,5	4,5	290	7,7	4,9

Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по сортам от 21,6 до 26,0 ц/га. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осеннего внесения препарата Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту на 4,1 ц/га или 17,3 %.

Наибольшая эффективность применения регулятора роста получена на сорте Витовт и гибриде Мазари – рост урожайности составил 4,4 и 5,4 ц/га (20,4 и 22,9 %) соответственно. На гибриде Мерседес менее интенсивного типа развития рост урожайности составил в среднем 2,4 ц/га или 9,2 % (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Урожайность озимого рапса после внесения препарата Сетар, СК в осенний период вегетации, ц/га**

### **Выводы.**

1. Обработка посевов озимого рапса регулятором роста Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста в среднем с 22–29 мм до 13–17 мм, т.е. на 35,8–48,2 % по сравнению с контролем. Диаметр корневой шейки в среднем по сортам за годы исследований увеличился на 6,3–16,2 %.

2. Корреляционный анализ выявил тесную связь ( $r=0,789$ ) между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в варианте с применением препарата Сетар, СК. Сопряженная изменчивость этих показателей описывалась уравнением линейной зависимости ( $R^2=0,623$ ).

3. Применение регулятора роста Сетар, СК на озимом рапсе даже в условиях недостатка почвенной влаги в период осенней вегетации не оказывает негативного влияния на развитие озимого рапса. В среднем по опыту значение соотношения «масса наземной части к массе корней»: в варианте применения регулятора роста Сетар, СК снижалось как в благоприятные годы с 8,9:1 до 5,1:1, так и при недостатке влаги с 11,2:1 до 10,3:1.

4. В неблагоприятных условиях в осенний период: применение регулятора роста Сетар, СК привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 15,8 % и 22,4 %, Мерседес – на 18,2 % и 15,8 %, Мазари – на 30,5 % и 6,5 % соответственно.

5. В благоприятных условиях в осенний период:

- применение регулятора роста Сетар, СК снизило массу надземной части в среднем за три года на 43,3 % (Витовт), 33,9 % (Мазари) и

20,7 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у гибридов Мазари и Мерседес на 11,7 и 51,2 % соответственно, а у сорта Витовт – уменьшилась на 6,6 %;

6. Осенняя регуляция роста препаратом Сетар, СК

- повысила число точек ветвления осенью на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 75 %, на сорте Мерседес – на 29 %, на гибриде Мазари – на 64 %.

- улучшила перезимовку в среднем на 14,0 и 8,5 % на сорте Витовт и Мерседес и снизила на 4,2 % на гибриде Мазари.

- сохранила весной большее на 6,7 и 4,2 число растений/м<sup>2</sup> сорта Витовт и Мерседес.

7. Большая интенсивность закладки боковых ветвей с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего числа ветвей первого порядка к уборке: на гибриде Мерседес формировалось в среднем на 11,3 % веток меньше, на сорте Витовт и гибриде Мазари больше – на 5,7 %, и 20,2 % соответственно в сравнении с контролем.

8. Во все годы применения регулятора роста Сетар, СК с осени на Витовте и Мазари получено большее число стручков на растениях в сравнении с контролем: в среднем на 8,4 и 16,1 %. На гибриде Мерседес данный показатель изменялся по годам от минус 30 % до плюс 19,7 %.

9. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осенней регуляции роста препаратом Сетар, СК в норме расхода 0,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту на 4,1 ц/га или 17,3 %.

Наибольшая эффективность применения регулятора роста получена на сорте Витовт и гибриде Мазари – рост урожайности составил 4,4 и 5,4 ц/га (20,4 и 22,9 %) соответственно. На гибриде Мерседес менее интенсивного типа развития рост урожайности составил в среднем 2,4 ц/га или 9,2 %.

### Список литературы

1. Бончковская, Е. Влияние хлормеквата (ССС) и паклобузазола на рост и урожайность озимого рапса / Е. Бончковская, Т. Прачик, С. Стачеки // Защита растений. – 2006. – № 46(2). – С. 291–294.

2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимого рапса и сурепицы: метод. реком. / Н. И. Бочкарев [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 48 с.

3. Гаджикурбанов, А. Ш. Влияние препаратов роста на продуктивность сортов озимого рапса в условиях Приморско-Каспийской подпровинции Республики Дагестан / А. Ш. Гаджикурбанов // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2020. – №4. – С. 9–12.

4. Горлова, Л. А. Применение регуляторов роста для повышения зимостойкости и урожайности рапса озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края /Л.А. Горлова, В.В. Сердюк, О.А. Сердюк // Масличные культуры. – 2019.– №8.– С. 76–78.

5. Пивень, В.Т. Снижение вредоносности болезней озимого рапса / В. Т. Пивень, О. А. Сердюк / Масличные культуры. – Научно-технический бюллетень всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – Вып. 2 (144-145). – С. 15–17.

6. Сердюк, О.А. Сравнительная оценка эффективности препаратов из группы триазолов против склеротиниоза и фомоза на рапсе озимом / О.А. Сердюк // Сельскохозяйственный журнал. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitel'naya-otsenka-effektivnosti-preparatov-iz-gruppy-triazolov-protiv-sklerotinioza-i-fomoza-na-rapse-ozimom>.

7. Ханько, А.А. Применение регуляторов роста фунгицидного действия на озимом рапсе / А.А. Ханько, Н.С. Колосова, Е.И. Шершнева // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф. (г. Горки, 16–17 февраля 2017 г.). – Горки: БГСХА, 2017. – С. 246–248.

8. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О. А. Шаповал [и др.]. – М: ВНИИА, 2009. – 60 с.

9. Berry, P.M. Understanding the effect of a triazole with anti-gibberellin activity on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*) / P.M. Berry, J.H. Spink. // The Journal of Agricultural Science. – 2009. – Vol. 147. – P. 273–285.

***I.G. Brui, E.V. Dunkovich***

*Research and Practical Center of NAS of Belarus for Arable Farming,  
Zhodino*

## **EFFECT OF AUTUMN APPLICATION OF SETAR, SC ON WINTER RAPESEED OVERWINTER SURVIVAL AND YIELD**

**Annotation.** The effectiveness of Setar, SC growth regulator (difenoconazole, 250 g/l + paclobutrazol, 125 g/l) in winter rapeseed var. Vitovt and Mercedes and Mazari hybrids is shown. The application of the preparation in the phase of 4–5 leaves at the application rate of 0,5 l/ha reduces the height of the growing point by 35,8–48,2 %, increases the diameter of the root crown on the average by 6,3–16,2 %, increases overwinter survival on average by 14,0 and 8,5 % on Vitovt variety Mercedes hybrid, and the oilseed yield by 2,4–5,4 dt/ha depending on the variety.

**Key words:** growth regulator, winter rapeseed, growing point, root crown, aboveground biomass weight, root system, overwinter survival, yield.