

И.Г. Бруй, В.В. Холодинский

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРА РОСТА АРХИТЕКТ, СЭ В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 22.06.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Лешкевич Н.В.

Аннотация. В статье показана эффективность применения регулятора роста Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пираклостробин, 100 г/л + прогексадион-кальция, 25 г/л) на озимом рапсе сорта Витовт, гибридов Мерседес и Мазари. Обработка посевов в стадии развития культуры 4–5 настоящих листьев в норме расхода 1,5 л/га снижает высоту точки роста на 47,7–55,2 %, увеличивает диаметр корневой шейки в среднем на 13,5–22,8 %, повышает перезимовку культуры на 3,7–2,3 % и урожайность маслосемян на 5,8–10,2 ц/га в зависимости от сорта и гибрида.

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

Введение. Рапс одна из основных масличных культур в Европе. Создание высокоурожайных сортов с высокими показателями качества маслосемян стали основой расширения посевных площадей этой культуры в Беларуси: производство маслосемян возросло до 731,3 тыс. т или в 4,9 раза к 2005 г. и уборочная площадь рапса составила в 2020 г. 363,6 тыс. га [6].

Расширение площадей под культурой требует совершенствования технологических подходов в выращивании культуры в конкретных почвенно-климатических условиях с учетом потенциала сорта. Объемы выращивания рапса имеют прямую связь между быстрым развитием производства рапса и применением инновационных достижений сельскохозяйственной науки [9, 10].

Данными научных и практических исследований установлено, что 70 % урожайности озимого рапса определяется его развитием до наступления зимнего покоя [11]. Соблюдение сроков сева, баланса питательных веществ, применение разных видов микроудобрений с осени позволяют растениям рапса накопить достаточное количество сахаров в корневой шейке, тем повысить перезимовку культуры. Важно, что бы до наступления морозов растение хорошо развилось и имело не менее 5–8 настоящих листьев, оптимально – 8–12 шт., диаметр корневой шейки от 7 до 14 мм. Однако центральный побег при этом не должен тронуться в рост, и точка

роста должна быть не более 2 см., т.к. вытянувшийся осенью рапс сильнее повреждается морозами [5, 7], т.е. необходимо формировать хорошо развитое растение с широкой в диаметре корневой шейкой и короткой точкой роста. В таком виде растения рапса при минимальном снежном покрове будут иметь больше шансов выжить (перезимовать). Предотвратить вытягивание рапса можно применяя регуляторы роста в стадии 4–6 настоящих листьев культуры [1, 2, 10, 8].

Цель работы заключалась в изучении влияния регулятора роста Архитект, СЭ на рост и развитие рапса в осенний период, перезимовку и урожайность различных по морфотипу и интенсивности роста сортов и гибридов озимого рапса.

Материалы и методы исследований. Исследования по изучению эффективности применения регулятора роста Архитект, СЭ (мепикватхлорид, 150 г/л + пиракlostробин, 100 г/л + прогексадион-кальция, 25 г/л), в норме расхода 1,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры в осенний период проводили в 2018–2021 гг. на полях Смоленского района. Почва на опытном участке дерново-подзолистая легкосуглинистая, хорошо окультуренная. Пахотный горизонт имел следующие агрохимические показатели: pH (KCl) – 5,8–6,2, содержание гумуса – 1,8–2,2 %, фосфора 260–330 и калия – 370–400 мг/кг почвы. Предшественником для озимого рапса был яровой ячмень. Площадь делянки 300–500 м², 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 проводилась в соответствии с отраслевым регламентом возделывания культуры по всем вариантам опыта одинаковая.

Оценку развития растений проводили после прекращения осенней вегетации культуры. Уровень перезимовки, структуру урожайности определяли по общепринятым методикам на закрепленных площадках. Уборку посевов в опытах осуществляли методом прямого комбайнирования по-деляночно с последующим пересчетом урожайности на 100 % чистоту и стандартную влажность (9 %).

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 г. были благоприятными для роста и развития озимого рапса. В сентябре, когда рапс набирал листовую массу, температура воздуха и количество атмосферных осадков были выше нормы. Октябрь так же был теплее, чем обычно, при достаточном увлажнении почвы. Метеорологические условия в период осенней вегетации 2019 г. существенно отличались от среднесуточных показателей. Среднесуточная температура воздуха

в 1–2 декаде сентября была выше нормы, а количество атмосферных осадков составляло лишь 22 % от среднееголетних значений. Конец сентября – начало октября были холоднее обычного, что сдерживало рост и развитие озимого рапса. Осенняя вегетация рапса в 2020 г. проходила в благоприятных условиях: за период «сентябрь–первая декада ноября» сумма положительных температур превысила норму на 41,5 %, при равномерном выпадении атмосферных осадков.

Результаты исследований и их обсуждение. Основная цель применения регуляторов роста на рапсе озимом осенью – не позволить растениям перейти в фазу стеблевания, при этом не снизить интенсивность нарастания листьев и закладку боковых почек. Перед уходом посевов в зиму, в период устойчивого прекращения вегетации, для оценки состояния ценоза и эффективности препаратов проведена оценка морфоструктурных показателей растений: высоты точки роста, диаметра (толщины) корневой шейки, длины корневой системы и интенсивности закладки в пазухах листьев боковых почек.

Установлено, что в среднем по культуре за 2018–2020 гг. высота точки роста в контроле составляет от 2,14 до 2,89 см, в зависимости от сорта. Так как среднесуточные температуры в сентябре – октябре 2018 и 2020 гг. были выше нормы, рапс хорошо развивался и высота точки роста в среднем по сортам составила в контроле 3,64 и 2,21 см соответственно и имела вытянутую форму. Достоверных отличий по сорту и гибридам по рассматриваемому показателю установлено не было.

Обработка посевов регулятором роста Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га активно тормозила рост растений. На момент учетов точка роста имела округлую форму с четкими краями, и ее высота снизилась в 2018 г. на 1,9–2,3 см или на 46,3–65,8 %. В 2020 г. высота точки роста снизилась в среднем по опыту с 2,21 см до 1,25 см (на 43,4 %). В течение трех лет обработка посевов рапса в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста на 45,1–55,1 %, которая не превышала 11–14 мм при высоте в контроле 21–29 мм (таблица 1).

Установлено, что толщина корневой шейки не зависит от высоты точки роста ($r = 0,19$). Однако применение регулятора роста Архитект, СЭ наряду со снижением её высоты увеличивала диаметр корневой шейки озимого рапса в среднем по сортам за годы исследований на 17,4 %. В благоприятных для развития культуры в 2018 и 2020 гг. диаметр корневой шейки у растений рапса увеличивался на 9,6–37,5 % и 22,5–49,5 % соответственно, в зависимости от сорта и гибридов. В 2019 г. влияние регулятора роста на высоту точки роста было достоверно на сорте Витовт и гибриде Мазари: высота снизилась на 1,0 и 1,4 см, а диаметр корневой шейки изменялся недостоверно, однако наблюдалась тенденция его снижения. Данный факт можно объяснить значительным недостатком влаги в период вегетации рапса в этом году: в сентябре и октябре выпало осадков 21 и 19 % от нормы соответственно и внесение регулятора роста несколько тормозило рост корневой шейки (таблица 1).

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

Вариант опыта	Высота точки роста, см					Толщина корневой шейки, см										
	2018	± к контролю	2019	± к контролю	2020	± к контролю	среднее	± к контролю, %	2018	± к контролю	2019	± к контролю	2020	± к контролю	среднее	± к контролю, %
Сорт Витовт																
Контроль	3,54		1,81		2,08		2,47		0,96		0,87		0,80		0,88	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,21	-2,3	0,82	-1,0	1,3	-0,78	1,11	-55,1	1,32	0,4	0,93	0,1	0,98	0,2	1,08	22,8
Гибрид Мерседес																
Контроль	3,25		1,11		2,10		2,15		1,35		1,07		0,91		1,11	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,21	-2,0	1,11	0	1,22	-0,88	1,18	-45,1	1,48	0,1	0,9	-0,1	1,36	0,5	1,26	13,5
Гибрид Мазари																
Контроль	4,12		2,11		2,46		2,89		1,41		1,02		0,91		1,11	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	2,21	-1,9	0,72	-1,4	1,22	-1,24	1,38	-47,7	1,68	0,3	0,90	-0,1	1,26	0,4	1,28	15,0
Среднее по сорту и гибридам																
Контроль	3,64		1,67		2,21		2,51		1,24		0,99		0,87		1,03	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	1,54	-2,1	0,88	-0,8	1,25	0,96	1,22	-51,3	1,49	0,3	0,91	-0,1	1,20	0,3	1,21	17,4
НСР ₀₅ по препарату	0,61		0,38		0,26				0,09		0,18		0,16			
НСР ₀₅ по сортам	0,53		0,41		0,14				0,14		0,24		0,29			
НСР ₀₅ для сравнения частных средних	0,36		0,37		0,27				0,07		0,09		0,12			

Корреляционный анализ выявил тесную корреляционную связь ($r=0,883$) между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в контрольных вариантах. Сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2 = 0,933$):

$$Y = 0,001 x^2 - 0,098 x + 7,267,$$

где Y – сырая масса корней, г; x – сырая масса наземной части растений, г.

Известно [3], что вес надземной массы у растений нарастает быстрее, чем вес корней, а соотношение их сдвигается в сторону увеличения доли надземной части в общем весе растения.

В среднем по сортам за три года испытаний соотношение сырой массы наземной части и корневой системы у озимого рапса составило 7,8:1. Но, необходимо отметить наибольшую интенсивность роста у гибрида Мазари, как по вегетирующей части, так и по корневой системе – 110,0 г и 11,8 г/растение соответственно, а соотношение массы надземной части и корневой системы составило 9,3:1. На втором месте по формированию массы был сорт Витовт – 92,3 г и 10,0 г/растение соответственно с соотношением 9,2:1. Наименьшую массу формировал гибрид Мерседес с массой наземной части и корней 80,0 и 93,0 г в соотношении 8,6: 1.

Медведев С.С. [4] отмечал, что торможение роста растений, вызванное неблагоприятными факторами внешней среды сопровождается ростом соотношения масса надземной части: масса корней. В наших опытах установлено, что в 2019 г. при недостатке влаги в осенний период (сентябрь 21 % от нормы, октябрь – 41 % от нормы) формировались растения с максимальным в опытах соотношением (Витовт – 12,4:1, Мазари – 10,1:1, Мерседес – 11,3:1). Таким образом, можно сказать, что в стрессовых, неблагоприятных условиях роста в осенний период, растения стремятся к большему накоплению надземной массы, чем корневой системы (таблица 2). Наряду с тем, что применение регулятора роста Архитект, СЭ в таких условиях привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 13,8 % и 27,6 %, Мерседес – на 9,0 % и 26,3 %, Мазари – на 24,2 % и 12,0 % соответственно. На сорте Витовт и гибриде Мерседес соотношение «сырая масса надземной части: сырая масса корней» возросло в сравнении с контролем до 14,8:1 и 13,9:1, т.е. можно предположить, что применение регуляторов роста в таких условиях усиливает стресс у растений рапса.

Однако гибрид более интенсивного роста Мазари лучше противостоят стрессу, он имел в 2019 г. значение данного соотношения в контроле и после внесения регулятора роста 10,1 : 1 и 8,7 : 1 соответственно.

Таблица 2 – Соотношение сырой массы надземной части и корневой системы озимого рапса перед уходом в зиму

Сорт, гибрид	Вариант опыта	Соотношение сырая масса надземной части: сырая масса корней	
		неблагоприятный 2019 г.	благоприятный (среднее за 2018,2020 гг.)
Витовт	Контроль	12,4 : 1	8,4 : 1
	Архитект, СЭ	14,8 : 1	5,9 : 1
Мерседес	Контроль	11,3 : 1	7,6 : 1
	Архитект, СЭ	13,9 : 1	5,0 : 1
Мазари	Контроль	10,1 : 1	8,9 : 1
	Архитект, СЭ	8,7 : 1	5,0 : 1
Среднее	Контроль	11,2 : 1	8,9 : 1
	Архитект, СЭ	11,7 : 1	5,3 : 1

В благоприятных условиях вегетации применение регулятора роста, наряду с закономерным снижением массы надземной части в среднем за два года на 17,9–33,7 %, не оказывало негативного влияния на развитие корневой системы, масса которой возросла в среднем на 9,1–25,0 %, а доля надземной части снизилась до 5,0–5,9 : 1 против 7,6–8,4 : 1 в контроле, что говорит об отсутствии стресса у растения, а обработка Архитектом, СЭ обеспечивает гармоничное развитие растений, стимулируя рост корневой системы, при сдерживании верхушечного роста. Коэффициент корреляции между сырой массой наземной части растений и сырой массой корневой системы рапса в обработанных вариантах составил $r=0,926$, сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,879$) (рисунок 1).

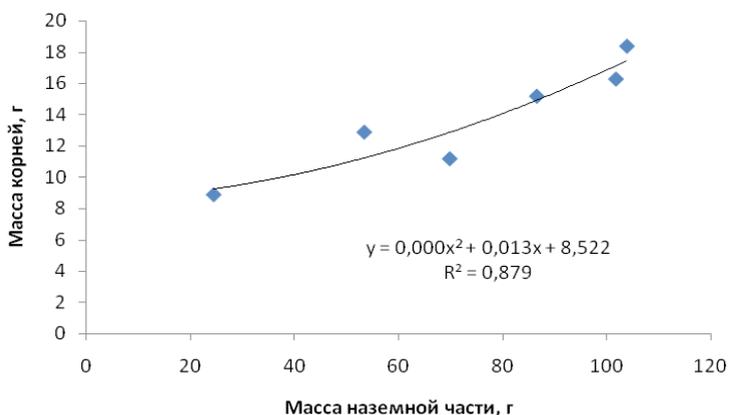


Рисунок 1 – Связь сырой массы наземной части (X) и сырой массы корневой системы (Y) растения озимого рапса в осенний период вегетации в варианте применения препарата Архитект, СЭ

Надо отметить, что связь между сырой массой корней и наземной массы значительно снижается в годы с недостатком влаги в осенний период. При включении в корреляционный анализ такого года коэффициент корреляции по обработанным вариантам составил $r=0,574$, сопряженная изменчивость этих показателей описывается уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,570$):

$$Y = 0,003 x^2 - 0,346 x + 16,22,$$

где Y – сырая масса корней, г/растение, x – сырая масса наземной части растений, г/растение.

В среднем за три года обработка посевов препаратом Архитект, СЭ снизила массу наземной части на 21,1 % (Витовт), на 38,0 % (Мазари) и на 5,1 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у рапса сорта Мерседес на 40,9 %, сорта Мазари уменьшилась – на 38,3 %. На развитие корневой системы озимого рапса Витовт регулятор роста Архитект, СЭ в среднем за годы испытаний не оказал значимого влияния.

Известно, что к концу осенней вегетации в пазухах листьев закладываются боковые точки роста, из которых в будущем формируются боковые ветви. Кроме того, рапс, обладая хорошей восстанавливающей вегетативной способностью, при повреждении точки роста в зимний период, может быстро компенсировать эти повреждения боковым ветвлением. И если точки роста сформировались с осени, то процесс весенней регенерации запускается раньше и интенсивнее.

Применение регулятора роста Архитект, СЭ повысило число точек ветвления на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 83,0 %, на сорте Мерседес – на 52,0 % и на гибриде Мазари – на 18,0 %.

Соблюдение регламента возделывания рапса: сроков сева, норм высева, защиту от сорняков, вредителей, болезней, а так же применение регуляторов роста способствует формированию оптимального габитуса растений, который характеризуется наличием не менее 6–8 настоящих листьев, сниженным углом их расположения относительно почвы и плотной, низкой корневой шейки.

В годы исследований условия зимовки и период весенней вегетации рапса были благоприятными для озимого рапса. В контроле перезимовка в среднем по сорту и гибридам составила от 68,7 % в 2018/2019 гг. до 86,7 % в 2019/2020 гг. Перезимовка рапса сорта Витовт в среднем за три года составила 77,5 %, гибридов Мерседес и Мазари 80,8 и 80,8 % соответственно. Регуляция роста культуры препаратом Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га сохраняла рассматриваемый показатель в среднем на 12,3 % у сорта Витовт, гибрида Мерседес – на 3,7 %, гибрида Мазари – на 11,0 % (таблица 3).

Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год с наименьшим уровнем перезимовки культуры (2018/2019 гг.): число растений

рапса на 1 м² увеличилось на 12,7 шт. у сорта Витовт, на 4,4 шт. у гибрида Мерседес и на 9,0 шт. у гибрида Мазари по сравнению с контролем.

При посеве озимого рапса сорта Витовт с нормой высева 600 тыс./га всхожих семян весной возобновляли вегетацию в контроле в среднем 43,2 растения/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 49,9 растений/м². При посеве гибридов с рекомендуемой нормой высева 500 тысяч на гектар перезимовало растений гибрида Мерседес в контроле – 40,4 на м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 42,3 шт/м², Мазари соответственно – 40,1 и 45,5 шт/м². Применение регулятора роста Архитект, СЭ повысило количество перезимовавших растений культуры в среднем по трем сортам за три года на 9,0 %.

Таблица 3 – Влияние регулятора роста Архитект, СЭ на перезимовку озимого рапса, %

Вариант опыта	Перезимовка, %							±кон-тролю
	2018/2019	±кон-тролю	2019/2020	±кон-тролю	2020/2021	±кон-тролю	среднее	
Сорт Витовт								
Контроль	68,5		75		89,0		77,5	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	89,0	20,5	80,5	5,5	100,0	11,0	89,8	12,3
НСР ₀₅	6,4		5,1		6,9			
Гибрид Мерседес								
Контроль	64,0		92		85,5		80,5	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	72,5	8,5	97,5	5,5	82,5	-3,0	84,2	3,7
НСР ₀₅	7,3		5,5		6,2			
Гибрид Мазари								
Контроль	73,5		93		76,0		80,8	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	92,0	18,5	94	1,0	89,5	13,5	91,8	11,0
НСР ₀₅	7,3		не дост.		4,8			
Среднее по сорту и гибридам								
Контроль	68,7		86,7		83,5		79,6	
Архитект, СЭ, 1,5 л/га	84,5	15,8	90,7	4,0	90,7	7,2	88,6	9,0

Несмотря на то, что осенью применение регулятора роста повышало интенсивность закладки почек ветвления на всех гибридах и сорте, к уборке на растениях рапса гибрида Мерседес в 2019 и 2020 гг. сформировалось на 7,1 и 14,9 % соответственно ветвей первого порядка меньше в сравнении с контролем, в среднем за три года на 4,1 %. На сорте Витовт во все годы испытаний сохранялось на 10,4–13,2 % больше ветвей, чем в контроле, на гибриде Мазари – число ветвей в среднем за три года повысилось на 26,7 % (таблица 4). Можно сказать, что большая интенсивность закладки боковых ветвей с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего их числа к уборке.

Однако во всех случаях применения регулятора роста Архитект, СЭ с осени получено большее число стручков на растениях всех гибридов и сорта. Видимо, существует сортовая особенность восприятия регуляторов роста. Например гибрид Мерседес с осени имел более развитую корневую систему, которая вероятнее всего, сохранилась и в период весенне-летней вегетации, что и обеспечило формирование большего на 35 шт. (12,6 %) числа стручков на растении в сравнении с контролем. На сорте Витовт применение регулятора роста Архитект, СЭ позволило сформировать растения с большим на 29 шт. или 12,1 % числом стручков, а на гибриде Мазари на 131 шт. или 48,2 % (таблица 4).

Таблица 4 – Влияние регулятора роста Архитект, СЭ 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
Архитект, СЭ	9,7*	11,5	268*	12,1	4,9
НСР ₀₅	0,6		21		0,4
Гибрид Мерседес					
Контроль	9,7		293		4,9
Архитект, СЭ	9,3	-4,1	331*	12,6	4,9
НСР ₀₅	0,7		27		0,3
Гибрид Мазари					
Контроль	8,9		274		5,0
Архитект, СЭ	11,2*	26,7	406*	48,2	4,9
НСР ₀₅	0,5		54		0,1
Среднее по сорту и гибридам					
Контроль	9,1		269		4,9
Архитект, СЭ	10,1	11,0	335	24,5	4,9

* Достоверное отклонение к контролю.

Установлено, что наибольшее число стручков на растении сформировал гибрид Мазари – в среднем по опыту 340 стручков на растении, на гибриде Мерседес и сорте Витовт – в среднем 312 и 254 стручка на одном растении соответственно.

Масса 1000 семян озимого рапса в среднем за годы исследований составила 4,9 г, хотя по годам исследований у сорта Витовт она изменялась от 4,3 до 5,7 г, у гибрида Мерседес – 4,1–5,4 г, у гибрида Мазари рассматриваемый показатель был наиболее стабилен по годам исследований – 4,9–5,0 г.

Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по опыту 23,7 ц/га, однако она отличалась по

сортам: Витовт – 21,6 ц/га, Мерседес – 26,0 ц/га, Мазари – 23,6 ц/га. Повышение перезимовки и большее число стручков на растениях, после осенней регуляции роста препаратом Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га обеспечили рост урожайности культуры в целом по опыту до 31,3 ц/га, сохранный урожай составил 7,6 ц/га или 32,0 % (рисунок 2).

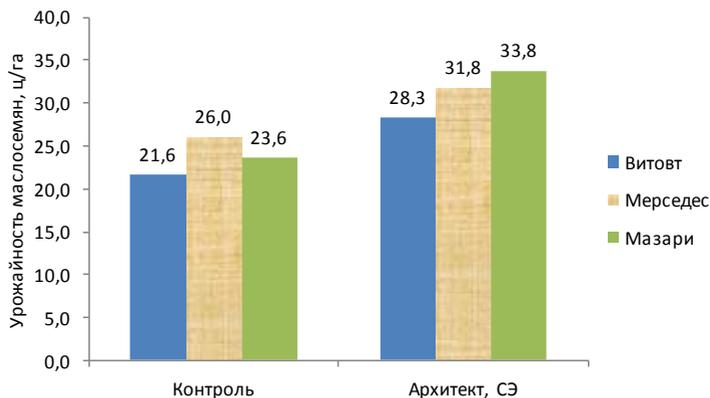


Рисунок 2 – Урожайность озимого рапса после внесения препарата Архитект, СЭ в осенний период вегетации, ц/га (среднее за 2019–2021 гг.)

Наибольшую эффективность обеспечило внесение регулятора роста на гибриде Мазари – рост урожайности составил 10,2 ц/га (43,2 %), примерно равная эффективность препарата Архитект, СЭ получена на Витовте и Мерседесе – плюс 6,7 ц/га (31,0 %) и 5,8 ц/га (22,3 %) соответственно. Максимальный рост урожайности был получен в 2019 году, когда уровень перезимовки был самым низким за годы исследований – урожайность рапса сорта Витовт возросла с 20,0 до 30,1 ц/га, гибрида Мазари – с 17,6 до 36,6 ц/га, гибрида Мерседес – с 20,9 до 32,8 ц/га.

Выводы.

1. Установлено, что при посеве озимого рапса с нормой высева гибридов 500 тыс./га и сорта – 600 тыс./га в оптимальные сроки высота точки роста у растений в период прекращения осенней вегетации составляла от 16 до 36 мм, и зависела от погодных условий.

2. Обработка посевов регулятором роста Архитект, СЭ в норме расхода 1,5 л/га в ст. 4–5 настоящих листьев культуры привела к достоверному снижению высоты точки роста в среднем на 45,1–55,1 %, и не превышала 11–14 мм.

3. Диаметр корневой шейки не зависел от высоты точки роста ($r = 0,19$).

4. Применение препарата Архитект, СЭ увеличило диаметр корневой шейки озимого рапса в среднем по сортам за годы исследований на

17,4 %. При благоприятных условиях возделывания её толщина увеличилась на 9,6–49,5 %. При недостатке влаги наблюдалась тенденция к снижению размера корневой шейки.

6. Корреляционный анализ выявил тесную связь ($r=0,926$) между сырой массой надземной части растений и корневой системы в вариантах обработки рапса регулятором роста Архитект, СЭ в годы с достаточным увлажнением. Сопряженная изменчивость этих показателей описывалась уравнением полинома второго порядка ($R^2=0,879$).

7. Гибриды и сорта отличаются интенсивностью нарастания зеленой массы и корневой системы, сырая масса которых осенью у гибрида Мазари составляет 110,0 г и 11,8 г/растение, у сорта Витовт – 92,3 г и 100,0 г и гибрида Мерседес – 80,0 и 93,0 г/растение соответственно.

8. В неблагоприятных условиях в осенний период:

- растения рапса стремились к большему накоплению надземной массы, чем корневой системы: соотношение между ними изменялось в среднем с 8,9:1 в благоприятные годы до 11,2:1 – в годы с недостатком влаги;

- на сорте Витовт и гибриде Мерседес соотношение сырой массы надземной части и корневой системы в возросло с 12,4:1 и 11,3:1 в контроле до 14,8:1 и 13,9:1, т.е. применение регулятора роста в таких условиях усиливает стресс у растений рапса;

- гибрид более интенсивного роста Мазари лучше противостоит ретардантному стрессу: соотношение составило 8,7:1 при 10,1:1 в контроле.

- применение регулятора роста Архитект, СЭ привело к снижению сырой зеленой массы и корневой системы растений сорта Витовт на 13,8 % и 27,6 %, Мерседес – на 9,0 % и 26,3 %, Мазари – на 24,2 % и 12,0 % соответственно.

9. В благоприятных условиях в осенний период:

- применение регулятора роста Архитект, СЭ снизило массу надземной части в среднем за три года на 21,1 % (Витовт), 38,0 % (Мазари) и 5,1 % (Мерседес), а масса корней увеличилась у рапса сорта Мерседес на 40,9 %, сорта Мазари уменьшилась – на 38,3 %, сорта Витовт – значимо не менялась;

- соотношение сырой массы надземной части и корневой системы в среднем по опыту снизилось с 8,3:1 в контроле до 5,3:1, что подтверждает отсутствие ретардантного стресса, а обработка Архитектом обеспечивает гармоничное развитие растений, стимулируя рост корневой системы, при сдерживании верхушечного роста.

10. Осенняя регуляция роста повышала число точек ветвления на сорте Витовт в среднем за годы испытания на 83,0 %, на сорте Мерседес – на 52,0 %, на гибриде Мазари – на 18,0 %.

11. Перезимовка рапса сорта Витовт в среднем составила 77,5 %, гибридов Мерседес и Мазари 80,5 и 80,8 % соответственно. Внесение

Архитекта, СЭ сохраняло растения после перезимовки рапса в среднем на 12,3 % (Витовт), 3,7 % (Мерседес) и 11,0 % (Мазари).

12. Наибольшую эффективность обеспечил регулятор роста в год с наименьшими показателями перезимовки культуры в период 2018/2019 гг.: число растений рапса на 1 м² увеличилось на 12,7 шт. (Витовт), на 4,4 шт. (Мерседес) и на 9,0 шт. (Мазари).

13. В среднем за годы исследований при посеве озимого рапса сорта Витовт с нормой высева 600 тыс./га всхожих семян весной возобновляла вегетацию в контроле 43,2 растения/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 49,9 растений/м².

При посеве гибридов с нормой высева 500 тысяч/га весной выжило растений рапса сорта Мерседес в контроле – 40,4 шт/м², в варианте Архитект, СЭ (1,5 л/га) – 42,3 шт/м², сорта Мазари соответственно – 40,1 и 45,5 шт/м².

14. Большая интенсивность закладки боковых точек ветвления с осени не на всех сортах и гибридах сопровождается формированием большего числа ветвей первого порядка к уборке: на гибриде Мерседес формировалось в среднем на 4,1 % ветвей меньше, на сорте Витовт и гибриде Мазари – больше на 11,5 %, и 26,7 % соответственно в сравнении с контролем.

15. Во всех случаях применения регулятора роста Архитект, СЭ с осени получено большее число стручков на растениях всех гибридов и сорта. Гибрид Мерседес после обработки имел более развитую корневую систему, что и обеспечило формирование большего 35 шт. (12,6 %) числа стручков на растении; на сорте Витовт и гибриде Мазари применение препарата Архитект, СЭ позволило сформировать растения с большим на 29 шт. (12,1 %) и 131 шт. (48,2 %) числом стручков.

Гибрид Мазари сформировал в среднем по опыту 340 стручков на растении, гибрид Мерседес и сорт Витовт – в среднем 312 и 254 шт/растение соответственно.

16. Установлено, что урожайность озимого рапса без осенней регуляции составила в среднем по опыту 23,7 ц/га, и отличалась по сортам: Витовт – 21,6 ц/га, Мерседес – 26,0 ц/га, Мазари – 23,6 ц/га.

Сохранение растений после перезимовки и формирование большего числа стручков на растениях, после осенней регуляции посевов рапса обеспечили рост урожайности в среднем по культуре на 7,6 ц/га или 32,0 %.

Максимальный рост урожайности был получен в 2019 году, с самым низким уровнем перезимовки – урожайность рапса сорта Витовт повысилась с 20,0 до 30,1 ц/га, гибрида Мазари – с 17,6 до 36,6 ц/га, гибрида Мерседес – с 20,9 до 32,8 ц/га. В среднем за годы исследований на гибриде Мазари было получено дополнительно маслосемян рапса 10,2 ц/га (43,2 %), на Витовте и Мерседесе – 6,7 ц/га (31,0 %) и 5,8 ц/га (22,3 %) соответственно.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. Куперман, Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений: учебное пособие для вузов / Ф. М. Куперман. – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1968. – 224 с.
4. Медведев, С. С. Физиология растений: учебник. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 512 с.
5. Пилюк, Я. Э. Основные приемы возделывания озимого рапса в Беларуси / Я. Э. Пилюк, В. М. Белявский, С. Г. Яковчик // Ахова раслін. – 2002. – № 4. – С. 11–14.
6. Пилюк, Я. Э. Сорт – главное средство повышения продуктивности культуры / Я. Э. Пилюк // Рапсовое поле Беларуси: сборник / С.-х. услуги. – Минск, 2005. – Вып. 5 – С. 10–12.
7. Сафроновская, Г. М. Озимый рапс осенью: регулируем с умом / Г. М. Сафроновская // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 13. – С. 44–51.
8. 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.
9. Hanzhong, W. Studies on rapeseed production and cultivation science & technology in China / W. Hanzhong, G. Chunyun, Z. Chunlei // AGRONOMY: Cultivation. Institute of Oil Crops Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences. – P. 2–7. – Режим доступа: <https://www.gcirc.org/fileadmin/documents/Proceedings/IRCWuhan2007vol3/2-7.pdf>.
10. Matysiak, K. Możliwości i ograniczenia stosowania regulatorów wzrostu w rzepaku ozimym / K. Matysiak // Prog. Plant Prot. – 2004. – V. 44 (1). – P. 231–235.
11. Stepanova, E. Resource Saving Technologies for Rapeseed Cultivation at the Regions of the Russian Federation / E. Stepanova, A. Rozhkova // E3S Web of Conferences 161, 010. – 2020. – P. 1–5. – Режим доступа: https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/pdf/2020/21/e3sconf_iceppPrague2020_01075.pdf.

I.G. Brui, V.V. Kholodinsky

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

EFFECT OF ARCHITECT, SE GROWTH REGULATOR ON WINTER RAPESEED

Annotation. The effectiveness of Architect, SE growth regulator (mepiquat chloride, 150 g/l + pyraclostrobin, 100 g/l + prohexadione-calcium, 25 g/l) in winter rapeseed var. Vitovt and Mazari and Mercedes hybrids is shown. The application of the preparation in the phase of 4–5 leaves at the application rate of 1,5 l/ha reduces the height of the growing point by 47,7–55,2 %, increases the diameter of the root crown on the average by 13,5–22,8 %, increases crop overwinter survival by 3,7–12,3 % and the oilseed yield by 5,8–10,2 dt/ha depending on the variety.

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