

УДК 633.844.3:631.811.98:631.559

ВЛИЯНИЕ МОРФОРЕГУЛЯТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

А. П. ПАНАСЮГА, П. А. САСКЕВИЧ, В. Р. КАЖАРСКИЙ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Могилевская область, Беларусь, 213407, e-mail: Y.kazharski@gmail.com

(Поступила в редакцию 01.12.2016)

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства для получения стабильно высоких урожаев, максимально приближенных к потенциальным возможностям сортов, практически нельзя обойтись без применения химических средств. При этом концентрация ресурсов для получения от них максимальной эффективности требует комплексного применения всех средств химизации и определения их оптимального соотношения. За гомеостаз растений, их реакцию на изменение условий окружающей среды, в том числе и элементов технологии возделывания, отвечают гормоны, гормоноподобные, гормонпродуцирующие и некоторые другие вещества, обладающие росторегулирующим эффектом. В настоящее время использованию данных соединений в технологиях возделывания растений уделяется все больше внимания. Морфорегуляция и ретардантный эффект, повышение зимостойкости, контроль полегания, стимуляция ветвления, побегообразования, синхронизация развития побегов, цветения, плодообразования и созревания у растений, – все это результат применения лишь одной группы азолов в посевах такой культуры, как рапс. При этом в посевах родственной рапсу культуры горчицы белой вопрос эффективности применения данной группы соединений практически не изучен.

Ключевые слова: горчица белая, индивидуальная продуктивность, морфорегуляторы.

At the present stage of development of agricultural production, to obtain stably high yields, as close as possible to the potential possibilities of varieties, it is practically impossible to do without the use of chemical agents. At the same time, the concentration of resources to obtain maximum efficiency from them requires complex application of all chemical means and determination of their optimal ratio. For the homeostasis of plants, their reaction to changes in environmental conditions, including elements of cultivation technology, hormones, hormone-like, hormone-producing and some other substances possessing a growth regulating effect are responsible. Currently, the use of these compounds in plant cultivation technologies is receiving increasing attention. Morpho-regulation and retard effect, increase of winter hardiness, control of lodging, stimulation of branching, shoot formation, synchronization of shoot development, flowering, fruit formation and maturation in plants – all this is the result of applying only one group of azoles in crops such as rape. At the same time, in crops of white mustard, related to rape, the question of effectiveness of application of this group of compounds has not been practically studied.

Key words: white mustard, individual productivity, morpho-regulators.

Введение

Горчица белая относится к семейству Капустные (Крестоцветные) – *Brassicaceae* (*Cruciferae*). Горчица белая (*Sinapis alba* L.) – растение из семейства *Brassicaceae* (Капустные), представляющее большой практический интерес. В природе в условиях Беларуси, а также Украины и России встречается рассеянно. Возделывание данной культуры получило распространение во многих странах: Пакистане, Казахстане, Индии, Китае, России, Украине, Германии, Франции, Голландии, Египте, США, Канаде. Экологическая пластичность данного вида позволяет успешно получать семена вплоть до 62° северной широты, а зеленый корм – даже за Полярным кругом. Средняя урожайность семян горчицы составляет 12–15 ц/га, а потенциал – около 40 ц/га. При цене урожая на уровне 500–600 долл. США/т, ее возделывание представляет большой экономический интерес. В настоящее время возделывание горчицы белой на семена является перспективным направлением в Республике Беларусь.

Горчица имеет большое народнохозяйственное значение. Это одна из самых потребляемых в мире специй. Для продовольственных целей в мире выращивается в среднем около 466 тыс. тонн в год, а в отдельные годы – до 703 тыс. тонн. В ее семенах содержится 25–39 % масла (йодное число 92–122), в котором имеется постоянная потребность в различных отраслях промышленности (консервная, хлебопекарная и кондитерская, маргариновая, фармацевтическая, текстильная, мыловаренная и др.).

Масло горчицы – ценный пищевой продукт, используемый в хлебопекарной, кондитерской, консервной промышленности. Его используют для выработки полиэфирных алкидных смол при производстве нейлона и смазочных материалов. Горчичное масло содержит смесь эфирных масел, которые используются в парфюмерной промышленности. Оно все более интенсивно используется в химической промышленности и металлургии. Эфирное масло горчицы используется как антисептик в виноделии, консервном производстве, пивоварении, при переработке молока. В перспективе возможна переработка его в биодизель – горючее для автомобилей и тракторов.

Побочные продукты переработки семян – жмых, шелуха – идут на изготовление порошка для медицинских горчичников, горчичного спирта и столовой горчицы. Жмых семян – прекрасный высокобелковый корм для скота. Он содержит 35 % белковых веществ и 11,8 % жира при неизменном количестве клетчатки – 9,1 %. В 100 кг жмыха горчицы содержится 97,5 кг кормовых единиц и 20 кг перевариваемого белка, но кормовая ценность его снижается из-за присутствия в нем

гликозидов (едких соединений). Отходы производства горчичного порошка могут использоваться при консервировании силоса. Велико и агротехническое значение данной культуры. Растения горчицы способны изменять структуру почвы – они переводят слаборастворимые питательные вещества в формы, доступные для других растений, и способствуют их перемещению из глубоких слоев почвы.

Кроме этого, с корневыми и пожнивными остатками горчица оставляет органические вещества, эквивалентные 15–20 т/га навоза. Можно использовать в смешанных посевах с горохом, викой и другими бобовыми, где она является опорным растением для бобовых и подавляет сорняки. Горчица считается одной из лучших кулисных культур. Горчица – один из лучших ранних медоносов: благодаря цветению (2–3 недели) она обеспечивает сбор с 1 га более 100 кг меда. Опыляется горчица дикими насекомыми и медоносными пчелами [1, 3, 5–7, 11, 14, 15].

К регуляторам роста и развития растений (от лат. *regulo* – направляю, упорядочиваю) следует относить синтетические и природные органические соединения, которые в малых количествах влияют на жизненные процессы растений, не оказывают в используемых концентрациях токсического действия и не являются источником питания. Согласно Д. Шпаару [9], под регуляторами роста понимают вещества, которые включаются в естественную гормональную систему растений для достижения желаемых эффектов. Расширение применения регуляторов роста растений в последние годы является вполне обоснованным. По данным Австрийского союза селекционеров, в условиях концентрации ресурсов на фоне других факторов интенсификации растениеводства актуализируется урожаеобразующая роль агрохимикатов именно из данной группы.

В настоящее время в той или иной степени изучено около 5000 соединений (химического, микробного и растительного происхождения), обладающих регуляторным действием, но в мировой практике используется только около 50. Функции многих из них не установлены. Основную часть разрабатываемых и применяемых регуляторов роста растений можно сгруппировать следующим образом:

- 1) аналоги ауксина и препараты, связанные с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности;
- 2) аналоги гиббереллина и препараты, связанные с метаболизмом и реализацией фитогормонального эффекта гиббереллинов;
- 3) препараты, связанные с обменом этилена (этиленпродуценты, ингибиторы этилена);
- 4) цитокинины и цитокининподобные регуляторы роста и развития растений;
- 5) активаторы и ингибиторы метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла и др.).

Наибольшее распространение получили морфорегуляторы и ретарданты из группы контроля метаболизма гиббереллинов: препараты на основе хлормекват-хлорида (препараты ЦеЦеЦе 750, регалис, стабилан и др.), мепикват-хлорида (в Беларуси применяется в качестве компонента в комбинированных препаратах), тринексапак-этила (моддус, перфект, кальма), прогексадиона кальция (регалис, регалис плюс) *тормозят синтез гиббереллинов* (гормон «роста»). Схожим механизмом действия обладают азолы – группа препаратов, используемая обычно в качестве фунгицидов, обладающая выраженными ретардантными свойствами, которая на практике применяется на рапсе: метконазол (карамба) и др. К данной группе можно отнести и комбинированные по составу препараты, обладающие однонаправленным механизмом действия на синтез гиббереллина: мепикват-хлорид + прогексадион кальция (мессидор), мепикват-хлорид + метконазол (карамба турбо), паклобутразол + дифеноконазол (сетар), тилмор и прозаро (протиокконазол + тебуконазол) и др. [2].

Применение регуляторов роста растений из группы азолов в посевах горчицы белой практически не изучено. Тем не менее в научной литературе имеется ряд свидетельств об эффективном их применении на родственных культурах, таких как рапс яровой и озимый.

По данным В. Е. Торикова, В. В. Торикова [12], Карамба – высокоэффективный системный фунгицид с росторегулирующим действием, предназначен для контроля альтернариоза и фомоза, повышения устойчивости к полеганию озимого и ярового рапса. Препарат укорачивает центральный побег, стимулирует образование боковых побегов, не позволяет растению перескакивать фазы развития, способствует развитию мощной корневой системы, предотвращает полегание, повышает засухоустойчивость, тем самым обеспечивая равномерное цветение, созревание и рост урожайности. Опрыскивание им проводится в норме расхода 0,75–1,0 л/га в фазе 4–6 листьев на озимом рапсе или 0,75 л/га весной в фазы вытягивания стеблей – начала образования стручков в нижнем ярусе.

В. А. Тютюнник, Г. А. Жатова [13] в исследованиях, проведенных в Украине на озимом рапсе в 2009–2011 гг., установили, что применение азолов в чистом виде, а также в комплексе с

гиббереллинингибирующими ретардантами и с микроудобрениями стимулирует накопление и увеличивает общее содержание сахаров в корнях растений.

Исследования В. П. Савенкова [10], проведенные в Центральном Черноземье России, показали, что применение на яровом рапсе фунгицидов с росторегулирующим действием – Карамба, Карамба Турбо, Сетар, Пиктор – оказывало положительное влияние на величину урожая семян (+2,4...+4,8 ц/га, или +12...+33 %). Существенных различий по продуктивности рапса между вариантами опыта с изучаемыми фунгицидами росторегулирующего действия не отмечалось.

В. Н. Титов [11], анализируя результаты производственного полевого опыта, отмечает, что обработка фунгицидным регулятором роста Карамба в среднем за два года обеспечила прибавку урожайности ярового рапса 3,4 ц/га, или 20 % к необработанному варианту. В результате обработки менялась архитектура рапсового растения, увеличивалось количество боковых побегов. За два года исследований количество стручков на боковых побегах возросло на 13 шт., или на 24 %. Кроме того, стручки на боковых побегах и на основном цветоносе располагаются более компактно, уменьшается ярусность посева, что позволяет снизить потери при уборке. Обработка ярового рапса препаратом Карамба позволила получить дополнительную прибыль около 2000 руб/га. Рентабельность агроприема за два года испытаний составила 128 %.

И. М. Наумович, Я. И. Пилук [8] свидетельствуют, что в Беларуси применение регуляторов роста на яровом рапсе, таких как Карамба, Прозаро, Сетар и др., еще не стало традиционным агроприемом, но по результатам научных экспериментов способствует увеличению урожайности на 3,5–4,4 ц/га (14,6–18,4 %) и экономически оправдано. Рентабельность агроприема составляет 41,3–59,5 %.

Исходя из вышесказанного, цель исследований заключалась в изучении влияния регуляторов роста на продуктивность посевов горчицы белой и элементы структуры урожайности.

Основная часть

Исследования проводились методом однофакторного полевого опыта в 2013–2015 гг. на опытном поле «Тушково» в учебно-опытном севообороте кафедры защиты растений на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» по следующей схеме: контроль (без обработки регуляторами роста); Карамба, 0,8 л/га; Карамба Турбо, 1,2 л/га; Тилмор, 0,9 л/га; Сетар, 0,4 л/га. Обработка регуляторами роста была ориентирована на период начала бокового ветвления, как это рекомендуется при возделывании ярового рапса, при высоте растений около 15 см. Препараты применялись в эксперименте однократно.

Закладка и проведение опытов проводились по общепринятой методике исследований в агрономии (Б. А. Доспехов, 1985 г.) [4]. Сопутствующие учеты и наблюдения, а также расчет показателей биологической и хозяйственной эффективности проведены в соответствии с рекомендациями института защиты растений. Общая площадь делянки 36 м², учетная 24,7 м², повторность четырехкратная.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемым с глубины 1 м моренным суглинком.

Агрохимические показатели почвы приведены в табл. 1.

Таблица 1. Агрохимические показатели почвы опытного участка

Уровень показателя	Гумус, %	pH _{KCl}	Содержание в почве, мг/кг								
			P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn
Фактический	1,64	6,7	154	270	1036	194	4,8	0,7	1,1	2,5	20
Рекомендуемый	2,0	6,0–6,5	150–300	150–300	1200–1600	150–300	12,1–18	0,71–1,0	3,1–5,0	5,1–10,0	100–300

Агротехника возделывания была традиционной для условий региона. Элементы технологии возделывания горчицы общепринятые для культуры. Норма посева составила 2,5 млн штук всхожих семян на 1 га.

Погодные условия в годы проведения характеризовались как умеренно теплые и слабозасушливые. В целом они были благоприятны для роста и развития растений горчицы белой.

Исследования проводились с горчицей белой сорта Елена. Авторы: Я. Пилук, О. Пикун, Н. Лабановская, В. Позняк, А. Залесский. Заявитель: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (2009 г. включения в Государственный реестр). Средняя урожайность семян за 2006–2008 гг. составила 21,2 ц/га, максимальная – 47,2 ц/га на Щучинском ГСУ в 2006 г. Вегетационный период возделывания горчицы на семена – 98 дней. Масса 1000 семян – 7,5 г. Содержание белка в сухом веществе – 34,8 %.

Регуляторы роста растений на горчице применялись в фазе начала побегообразования. Высота растений при этом составляла около 15 см. В этот период ингибиторы гиббереллинов, инактивируя на некоторое время линейный рост и апикальное доминирование, могут поспособствовать боковому ветвлению и формированию дополнительных побегов.

Как показывают результаты проведенных нами учетов и наблюдений за становлением

агроценоза горчицы белой, формирование элементов продуктивности зависит от применяемых регуляторов роста (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на формирование продуктивности горчицы белой (среднее за 2013–2015 гг.)

Вариант	Высеяно всхожих семян, шт./м ²	Взошло семян, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Сохранилось растений к уборке, шт./м ²	Сохраняемост ь растений, %	Выживаемость растений, %	Число стручков на растении, шт.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль	250	200	80	119,9	59,9	48,0	97,0	4,4	5,1
Карамба, 0,8 л/га				120,0	60,0	48,0	103,7	4,5	5,2
Карамба Турбо, 1,2 л/га				120,1	60,1	48,0	103,7	4,5	5,2
Тилмор, 0,9 л/га				120,1	60,1	48,0	100,3	4,5	5,2
Сетар, 0,4 л/га				120,1	60,1	48,0	100,3	4,5	5,2

Из данных, представленных в табл. 2, регуляторы роста оказывают воздействие в первую очередь на такой элемент индивидуальной продуктивности, как число плодов на растении. Так, в зависимости от изучаемого варианта обработки семян, число стручков на растении увеличилось на 3,7–6,7 шт. Максимальное и равное по вариантам количество плодов закладывалось в вариантах с препаратами Карамба и Карамба Турбо – 103,7 шт./растение. На густоту стеблестоя, массу 1000 семян и обсемененность стручков регуляторы роста оказывали незначительное влияние. Все эти показатели под воздействием изучаемых препаратов возросли в сопоставлении с контролем лишь на 0,1–0,2 единицы. Между регуляторами роста различий в опыте по данным элементам продуктивности не установлено.

Оценивая показатели продуктивности культуры, важно отметить, что даже в контроле по годам исследований колебание продуктивности было незначительным, что дает предпосылки делать вывод об относительно высокой экологической пластичности культуры и толерантности в отношении изменчивости метеоусловий и фитопатологической обстановки.

Урожайность семян горчицы (табл. 3) в целом по опыту в годы исследований была достаточно высокой (от 24,1–27,2 ц/га в 2015 г. до 29,6–33,1 ц/га в 2014 г.).

Таблица 3. Хозяйственная эффективность применения регуляторов роста в посевах горчицы белой

Вариант	Урожайность, ц/га семян				Прибавка, ц/га к контролю
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	
Контроль	27	29,6	24,1	26,4	–
Карамба, 0,8 л/га	29,2	33,1	27,2	29,1	2,7
Карамба Турбо, 1,2 л/га	28,5	32,5	27,1	28,6	2,2
Тилмор, 0,9 л/га	27,9	32,2	26,3	28,1	1,6
Сетар, 0,4 л/га	28,2	32,2	26,5	28,1	1,7
НСР _{0,5}	0,456	1,024	1,654	–	–

Применение всех изучаемых регуляторов роста во все годы исследований обеспечило достоверный рост урожайности семян горчицы белой. Минимальные прибавки (0,9–2,2 ц/га) получены в 2013 г., более высокими (2,2–3,5 ц/га) были в 2014–2015 гг. Достоверные различия между изучаемыми регуляторами роста прослеживались не каждый год. Так если в 2013 г. Карамба достоверно превзошел другие препараты, то в 2014 и 2015 гг. достоверных различий не выявлено.

В среднем за 3 года исследований в посевах горчицы белой максимальную хозяйственную эффективность (2,7 ц/га) обеспечило применение Карамба, 0,8 л/га. В отдельные годы прибавка урожайности семян от действия данного препарата варьировала на уровне 2,2–3,5 ц/га. Минимальные прибавки урожайности семян (1,6–1,7 ц/га) обеспечили Тилмор, 0,9 л/га и Сетар, 0,4 л/га.

Заключение

Результаты анализа литературных источников показывают, что для повышения семенной продуктивности крестоцветных культур, как яровой или озимый рапс, возможно использование специализированных росторегуляторов из группы азолов (Тилмор, Карамба, Сетар).

Согласно результатам трехлетних полевых опытов, проведенных в условиях северо-восточного региона Беларуси, применение регуляторов роста растений в посевах горчицы белой обеспечивает повышение числа плодов на растении на 3,7–6,7 шт., индивидуальной продуктивности растений горчицы белой и достоверный рост урожайности семян на 1,6–2,7 ц/га в сравнении с контролем. Из изучаемых регуляторов роста на горчице белой более высокие прибавки обеспечило применение препарата Карамба, 0,8 л/га как по годам (2,2–3,5 ц/га), так и в среднем за годы исследований (2,7 ц/га). Достоверность различий между препаратами прослеживалась не каждый год исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Велкова, Н. И. Использование горчицы белой (*Sinapis alba* L.) для расширения медоносных ресурсов ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Н. И. Велкова. – Орел, 2004. – 220 с.
2. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справоч. издание / ГУ «Гл. гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; авт.-сост. Л. В. Плешко [и др.]. – Минск: Промкомплекс, 2014. – 627 с.
3. Гузев, А. И. Урожайность и качество семян горчицы сизой в зависимости от предшественников, способов основной обработки почвы и норм высева на каштановых почвах саратовского Заволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. И. Гузев. – Оренбург, 1999. – 186 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Зотова, Е. Ю. Формирование урожая и качества семян горчицы белой на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Е. Ю. Зотова. – Иваново, 2005. – 154 л.
6. Корнилов, И. И. Сарептская горчица и продукты ее переработки / И. И. Корнилов. – Саратов, 2005. – 227 с.
7. Кубраков, В. Г. Агрономическая значимость культуры горчица / В. Г. Кубраков // Степные просторы. – 2001. – Спец. вып. – С. 16–17.
8. Наумович, И. М. Влияние регуляторов роста на экономическую эффективность возделывания ярового рапса / И. М. Наумович, Я. Э. Пилук // Рапс: настоящее и будущее. К 30-летию возделывания рапса в Беларуси: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 15–16 сент. 2016 г. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 107–111.
9. Рапс / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – Минск: ФУАинформ, 1999. – 208 с.
10. Савенков, В. П. Агрономическая и экономическая эффективность использования фунгицидов с росторегулирующим действием при возделывании ярового рапса в Центральном Черноземье / В. П. Савенков // Повышение эффективности селекции, семеноводства и технологии возделывания рапса и других масличных капустных куль тур: сб. науч. докладов на междунар. координационном совещании по рапсу, Елец, 7–9 июля 2015 г. / ФГБНУ «ВНИИ рапса». – Елец: Елецкий гос. ун-т им. И. А. Бунина, 2016. – С. 177–186.
11. Титов, В. Н. Фунгицидный регулятор роста Карамба на яровом рапсе / В. Н. Титов // Защита растений и карантин. – 2014. – № 3. – С. 47–48.
12. Торилов, В. Е. Возделывание рапса по технологии CLEARFIELD / В. Е. Торилов, В. В. Торилов // Агроконсультант. – 2012. – № 4. – С. 21–33.
13. Тютюнник, В. А. Подходы к повышению зимостойкости рапса озимого / В. А. Тютюнник, Г. А. Жатова // Наука и мир. – 2015. – Т. 1. – № 8. – С. 51–53.
14. Щербаков, В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья: учебник для вузов / В. Г. Щербаков. – 4-е изд. – М.: Агропромиздат, 1991. – 302 с.
15. Effects of allelochemicals from first (Brassicaceae) and second (*Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae*) trophic levels on *Adalia bipunctata* / F. Francis [et al.] // J. chem. Ecol. – 2001. – Vol. 27. – № 2. – S. 243–256.