

УДК 633.853.494«324»:631[8+559]

О. Г. Апресян, Л. А. Булавин

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», Жодино

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ, МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РАПСА

Представлены результаты исследований по совершенствованию технологии возделывания озимого рапса. Показано, что на среднекультуренной дерново-подзолистой почве наибольшую урожайность маслосемян обеспечивает применение азотных удобрений в дозе N_{200} , используемой в два приёма: в начале активной вегетации растений и в фазе стеблевания. Перспективными элементами технологии возделывания озимого рапса являются применение при инкрустации семян этой культуры препарата ГЭ-АЛК (0,15 г / л), а также обработка посевов в фазе бутонизации препаратом фитовитал (0,6 л / га).

Введение. В настоящее время в Беларуси большое внимание уделяется возделыванию озимого рапса, посевные площади которого под урожай 2013 года составили 423 тыс. га, в то время как в 1995 году он высевался на площади 48 тыс. га. Получение высоких и стабильных урожаев рапса имеет важное значение, поскольку позволит обеспечить население республики собственным растительным маслом, а животноводство — белковым концентратом, существенно сократив за счёт этого затраты валютных средств на приобретение данных продуктов за рубежом. Определённый интерес представляет также применение рапсового масла в качестве биологического дизельного топлива, что позволит более рационально использовать дорогостоящие невозобновляемые углеводородные энергоресурсы.

Одним из основных элементов технологии возделывания озимого рапса является применение минеральных удобрений, среди которых следует отметить азот и микроэлементы [1]. Их роль значительно возрастает на преобладающих в Беларуси дерново-подзолистых почвах, которые характеризуются относительно невысоким естественным плодородием. Перспективным агроприёмом при возделывании озимого рапса может стать применение регуляторов роста и дру-

гих физиологически активных веществ, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды. Поэтому оптимизация указанных выше элементов технологии возделывания озимого рапса применительно к конкретным условиям произрастания является весьма актуальным вопросом. С изменением в республике экономической ситуации существенно увеличилась стоимость средств интенсификации земледелия, в том числе сельскохозяйственной техники, удобрений, микроэлементов и регуляторов роста. Это требует уточнения экономической эффективности их применения в сложившихся условиях хозяйствования.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на среднекультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: гумус — 1,94—2,01%; pH_{KCl} — 6,0—6,2; P_2O_5 — 141—152 мг / кг; K_2O — 150—161 мг / кг почвы. Предшественник озимого рапса — яровой ячмень. Фосфорно-калийные удобрения ($P_{60}K_{150}$) во всех опытах вносили под вспашку. Для посева использовали семена озимого рапса сорта Прогресс, которые обрабатывались протравителем Кинто Дуо (2,5 л / т). В опыте, где изучали эффективность физиологически активных

веществ, для обработки семян наряду с Кинто Дуо дополнительно использовали препарат ГЭ-АЛК. При изучении возрастающих доз азотных удобрений их применяли весной, в соответствии со схемой, в два приёма: в начале активной вегетации растений и в фазе стеблевания. Для определения эффективности микроэлементов их использовали в фазах начала весенней вегетации и полной бутонизации растений на фоне дозы азота N_{100+40} . Технология возделывания этой культуры при проведении исследований осуществлялась в соответствии с отраслевым регламентом [2], который для получения высокой и стабильной урожайности озимого рапса предусматривает, наряду с оптимизацией всех агроприёмов, обязательное проведение мероприятий по защите посевов от вредных организмов. В опытах для уничтожения сорняков в фазе 1—2 настоящих листьев озимого рапса использовали гербицид Бутизан Стар (2,0 л / га). При численности вредителей, превышающей экономический порог вредоносности, посевы обрабатывали инсектицидом Децис Профи (0,03 л / га). В фазе цветения рапса для защиты от болезней использовали фунгицид Прозаро (0,7 л / га).

Результаты исследований и их обсуждение. Известно, что территория Беларуси находится в зоне рискованного земледелия, и неблагоприятные факторы внешней среды в отдельные годы существенно снижают урожайность сельскохозяйственных культур. Поэтому поиск средств, позволяющих уменьшить негативное влияние отрицательных факторов внешней среды на рост и развитие растений, позволит стабилизировать урожайность по годам, что имеет важное значение.

По мнению специалистов, в решении указанной выше проблемы наряду с оптимизацией основных элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур определённый интерес может представлять применение полифункциональных физиологически активных веществ нового поколения, обладающих свойствами регуляторов

роста и индукторов устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам окружающей среды [3], [4]. К ним относится созданный в республике активатор устойчивости растений (фитосторегулятор-адаптоген) гексилловый эфир 5-аминолевулиновой кислоты (ГЭ-АЛК).

В наших исследованиях при инкрустации семян озимого рапса использовали ГЭ-АЛК в нормах 0,03; 0,15 и 0,30 г / л. В 2010 году во время появления всходов озимого рапса проходили ливневые дожди, и в течение 2 дней выпало 30 мм осадков, что составило почти половину месячной нормы. На опытном участке, расположенном на склоне, это привело к замыванию всходов и образованию почвенной корки, что обусловило невысокую полевую всхожесть семян озимого рапса. Появившиеся позже чем обычно всходы этой культуры выглядели ослабленными, и в дальнейшем отмечалась определённая задержка их роста и развития. В таких экстремальных условиях лишь в варианте, где для инкрустации семян использовали ГЭ-АЛК в норме 0,15 г / л, отмечалась тенденция к увеличению полевой всхожести, и этот показатель повысился на 2,1% в сравнении с вариантом, где применяли только препарат Кинто Дуо (2,5 л / т). В 2011 году, когда погодные условия были более благоприятными для появления всходов озимого рапса, инкрустация семян ГЭ-АЛК в нормах 0,03; 0,15 и 0,30 г / л увеличила их полевую всхожесть на 0,8; 4,1 и 2,0% соответственно. В среднем за период исследований наибольшее повышение полевой всхожести (3,1%) отмечалось в варианте, где ГЭ-АЛК использовали в норме 0,15 г / л (таблица 1).

Инкрустация семян указанным выше препаратом оказала положительное влияние не только на их полевую всхожесть, но и на осеннее развитие озимого рапса. Перед уходом в зиму длина корня растений в 2010 году в вариантах с использованием ГЭ-АЛК была на 5,4—7,0% больше по сравнению с вариантом, где для инкрустации семян применяли только препарат Кинто Дуо. В 2011 году

Т а б л и ц а 1 — Влияние инкрустации семян препаратом ГЭ-АЛК на полевую всхожесть семян и развитие растений озимого рапса перед уходом в зиму в 2010 и 2011 годах

Вариант	Полевая всхожесть, %			Длина корня, см			Высота растений, см		
	2010	2011	средняя	2010	2011	средняя	2010	2011	средняя
Кинто Дуо, 2,5 л / т – Фон	24,0	62,0	43,0	12,9	11,9	12,4	10,1	36,5	23,3
Фон + ГЭ-АЛК, 0,03 г / л	23,1	62,8	43,0	13,6	13,6	13,6	10,2	37,5	23,9
Фон + ГЭ-АЛК, 0,15 г / л	26,1	66,1	46,1	13,7	14,0	13,9	11,3	42,9	27,1
Фон + ГЭ-АЛК, 0,3 г / л	24,3	64,0	44,2	13,8	13,5	13,7	11,6	42,7	27,2

различия между сравниваемыми вариантами по этому показателю были более существенными и находились в пределах 13,4—17,6%. В среднем за период исследований наибольшее увеличение длины корня растений было отмечено при использовании ГЭ-АЛК в норме 0,15 г / л — 1,5 см, или 12,1%. В вариантах с минимальной и максимальной нормами расхода этого препарата отмеченный выше показатель был равен в среднем 1,2 и 1,3 см, или 9,7 и 10,5% соответственно.

Такая же закономерность отмечалась и по высоте растений озимого рапса. Перед уходом их в зиму по мере возрастания нормы расхода ГЭ-АЛК увеличение этого показателя в 2010 году составило 1,0; 11,9; 14,9%, в 2011 году — 2,7; 17,5; 17,0%, а в среднем за период исследований — 2,6; 16,3; 16,7% (см. таблицу 1).

Результаты лабораторных исследований показали, что введение в инкрустирующий состав ГЭ-АЛК повышало содержание хлорофилла в семядолях и листьях озимого рапса на 10,0%; каротиноидов — на 8,0—20,0; белка — на 12,0 [5]. Тем не менее, положительное влияние этого препарата на изучаемые биохимические и морфологические показатели растений не обеспечило существенного увеличения зимостойкости. Озимый рапс, который был посеян в опыте под урожай 2011 года, из-за неблагоприятных погодных условий, сложившихся в осенне-зимний и весенний периоды, практически полностью погиб. Это связано с тем, что в условиях недостатка влаги и невысоких среднесуточных температур осенью растения озимого

рапса накопили перед уходом в зиму незначительное количество сахаров. Снижение температуры воздуха в начале декабря 2010 года до -23°C при невысоком снежном покрове привело к значительному повреждению растений, которые не смогли в ослабленном состоянии выдержать весенние заморозки 2011 года, имевшие место после схода снега с поля. В результате на делянках опыта остались лишь отдельные растения озимого рапса, причём их количество не зависело от нормы расхода ГЭ-АЛК, используемого для инкрустации семян этой культуры. Следовательно, применение указанного выше препарата для предпосевной обработки семян озимого рапса не обеспечило защиты растений от гибели в экстремальных погодных условиях, сложившихся для этой культуры в осенне-зимний период.

Для озимого рапса, который высевался в опыте под урожай 2012 года, погодные условия в осенне-зимний период были в целом благоприятными. В этом случае перезимовка растений в варианте с использованием для инкрустации семян только препарата Кинто Дуо составила 50,0%. Применение для этой цели ГЭ-АЛК увеличило отмеченный выше показатель в сложившихся условиях лишь на 1,0—1,6%. Учёт урожайности озимого рапса показал, что при использовании для инкрустации семян минимальной нормы расхода ГЭ-АЛК (0,03 л / га) увеличение этого показателя составило только 0,9 ц / га (3,3%). В вариантах, где указанный выше препарат применяли в нормах 0,15 и 0,30 л / га, прибавка урожайности была

значительно больше — 2,6 и 2,9 ц / га, т. е. 9,7 и 10,8% соответственно (таблица 2).

Считается общепризнанным, что на дерново-подзолистой почве основным урожаеобразующим фактором является азот. Применение оптимальных доз азотных удобрений на посевах озимого рапса обеспечивает прибавку урожайности маслосемян до 50% и более [1]. В наших исследованиях было установлено, что увеличение доз азотных удобрений со 120 до 200 кг / га д. в. способствовало повышению урожайности маслосемян этой крестоцветной культуры независимо от складывающихся в период вегетации растений погодных условий. Применение минимальной из изучаемых доз азота обеспечило получение урожайности маслосемян озимого рапса в среднем 22,9 ц / га. При повышении дозы азота до N_{200} этот показатель составил в среднем 28,1 ц / га, что на 5,2 ц / га (22,7%) больше, чем при использовании N_{120} (таблица 3).

Существенным резервом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур,

в том числе рапса, является применение микроэлементов, которые выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы их питания. При научно обоснованном применении микроудобрений, с учётом содержания их в почве и отзывчивости сельскохозяйственных культур, прибавка урожайности от многих из них может достигать 10—15%, улучшая качество продукции [1], [6], [7], [8].

В настоящее время в Беларуси уделяется большое внимание применению микроудобрений на посевах сельскохозяйственных культур. В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1696 от 17 декабря 2011 года предусматривалось обеспечить в 2012 году закупку для применения в сельскохозяйственных предприятиях микроудобрений на сумму 251 млрд р. По оценке специалистов, из указанных выше объёмов закупки препаратов данного класса на долю отечественных производителей приходится пока не более 10,0%, что с точки

Т а б л и ц а 2 — Влияние инкрустации семян препаратом ГЭ-АЛК на перезимовку растений и урожайность озимого рапса в 2012 году

Вариант	Перезимовка, %	Урожайность, ц / га	Прибавка	
			ц / га	%
Кинто Дуо (2,5 л / т) – Фон	50,0	26,9	—	—
Фон + ГЭ-АЛК (0,03 г / л)	51,0	27,8	0,9	3,3
Фон + ГЭ-АЛК (0,15 г / л)	51,4	29,5	2,6	9,7
Фон + ГЭ-АЛК (0,3 г / л)	51,6	29,8	2,9	10,8
НСР ₀₅	—	1,4	—	—

Т а б л и ц а 3 — Влияние азотных удобрений на урожайность маслосемян озимого рапса в 2011 и 2012 годах

Вариант	2011	2012	среднее	Прибавка	
				ц / га	%
$N_{120}P_{60}K_{150}$	20,2	25,5	22,9	—	—
$N_{120+20}P_{60}K_{150}$	22,3	27,1	24,7	1,8	7,9
$N_{120+40}P_{60}K_{150}$	24,9	27,8	26,4	3,5	15,3
$N_{120+60}P_{60}K_{150}$	25,1	28,4	26,8	3,9	17,0
$N_{120+80}P_{60}K_{150}$	26,5	29,7	28,1	5,2	22,7
НСР ₀₅	2,5	1,8	—	—	—

зрения импортозамещения свидетельствует об актуальности создания отечественных микроудобрений. Несомненный интерес в этом отношении представляет разработанный в республике препарат Фитовитал, в состав которого входят эссенциальные микроэлементы и физиологически активные вещества [9].

В результате наших исследований установлено, что прибавка урожайности маслосемян озимого рапса от однократного применения микроэлементов была наибольшей при их использовании в фазе бутонизации растений. В варианте с применением препарата Эколист Монобор в фазе стеблевания прибавка урожайности увеличилась по сравнению с контролем в среднем за период исследований с 22,2 до 24,1 ц / га, т. е. на 1,9 ц / га (8,6 %). При использовании этого препарата в фазе бутонизации прибавка была выше и составила в среднем 2,8 ц / га, или 12,6% (таблица 4).

Фитовитал при однократном использовании имел некоторое преимущество перед Эколистом Монобор по влиянию на урожайность маслосемян озимого рапса. Применение отечественного препарата в фазе стеблевания увеличило отмеченный выше показатель в среднем за период исследований на 2,2 ц / га (9,9%), а в фазе бутонизации — на

3,8 ц / га (17,1%), что, по сравнению с зарубежным препаратом, больше на 0,3 и 1,0 ц / га соответственно. В вариантах, где Эколист Монобор и Фитовитал применяли двукратно, существенного увеличения урожайности маслосемян озимого рапса по сравнению с однократным использованием этих препаратов не отмечалось. В то же время необходимо отметить, что в этом случае Эколист Монобор обеспечил прибавку урожайности в среднем 3,3 ц / га (14,9%), а Фитовитал — 2,7 ц / га (12,2 %).

Заключение. Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Инкрустация семян озимого рапса препаратом ГЭ-АЛК в норме 0,15 г / л оказала положительное влияние на развитие растений осенью, увеличив полевую всхожесть семян в среднем на 3,1%, длину корня и высоту растений перед уходом в зиму — на 12,1 и 16,3% соответственно, и обеспечила прибавку урожайности маслосемян 2,6 ц / га (9,6%). Однако в экстремальных условиях перезимовки использование этого препарата не обеспечило защиту посевов озимого рапса от гибели.

2. На среднеоккультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве при возделывании озимого рапса с использованием

Т а б л и ц а 4 — Влияние микроэлементов на урожайность маслосемян озимого рапса в 2011 и 2012 годах

Вариант	Озимый рапс			Прибавка	
	2011	2012	средняя	ц / га	%
Контроль (без микроэлементов)	19,4	25,0	22,2	—	—
Эколист Монобор (1 л / га — начало стеблевания)	21,1	27,0	24,1	1,9	8,6
Фитовитал (0,6 л / га — начало стеблевания)	22,1	26,7	24,4	2,2	9,9
Эколист Монобор (1 л / га — полная бутонизация)	22,9	27,1	25,0	2,8	12,6
Фитовитал (0,6 л / га — полная бутонизация)	24,7	27,2	26,0	3,8	17,1
Эколист Монобор (1 л / га — начало стеблевания + 1 л / га — полная бутонизация)	23,9	27,1	25,5	3,3	14,9
Фитовитал (0,6 л / га — начало стеблевания + 0,6 л / га — полная бутонизация)	22,9	26,8	24,9	2,7	12,2
НСР ₀₅	2,4	1,9	—	—	—

интенсивной защиты растений от сорняков, вредителей и болезней наибольший эффект получен от применения дозы азота N_{200} , увеличившей урожайность маслосемян по сравнению с N_{120} в среднем на 22,7%.

3. При возделывании озимого рапса отечественный препарат Фитовитал, содержащий комплекс микроэлементов, обеспечил наибольший эффект при однократном использовании в фазе бутонизации растений (0,6 л / га). Прибавка урожайности маслосемян составила в среднем 3,8 ц / га (17,1%). При однократном использовании зарубежного препарата Эколист Монобор (1,0 л / га) отмеченный выше показатель, как правило, находился на более низком уровне.

Список цитированных источников

1. Пиллюк, Я. Э. Рапс в Беларуси: биология, селекция и технология возделывания / Я. Э. Пиллюк. — Минск: Бизнесофсет, 2007. — 240 с.

2. Возделывание озимого рапса на маслосемена // Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию ; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. — Минск : [б. и.], 2012. — С. 363—379.

3. Тарчевский, И. А. Катаболизм и стресс у растений / И. А. Тарчевский. — М. : Наука, 1993. — 80 с.

4. Тютюрев, С. Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений / С. Л. Тютюрев. — СПб. : [б. и.], 2002. — 328 с.

5. Применение инкрустирующих составов на основе гексилового эфира 5-аминолевулиновой кислоты для стимуляции роста и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / Е. Б. Яронская [и др.] // Фитогормоны, гуминовые вещества и другие биорациональные пестициды в сельском хозяйстве : материалы VII Междунар. конф. молодых учёных, Минск, 2—4 нояб. 2011 г. / Ин-т биоорганической химии НАН Беларуси. — Минск : [б. и.], 2011. — С. 193—194.

6. Влияние микроудобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Е. Б. Лосевич [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. — Гродно : ГТАУ, 2011. — Ч. 1. — С. 108—109.

7. Рак, М. В. Эффективность некорневых подкормок микроэлементами озимого тритикале в различные по увлажнению годы / М. В. Рак, М. Ф. Дембицкий // Вісн. аграрної науки південного регіону : міжвідомчий тем. наук. зб. Сільськогосподарські та біологічні науки. — Одесса. — 2001. — Вып. 2. — С. 213—217.

8. Чикалова, Ж. В. Эффективность различных доз и форм борсодержащих микроудобрений на посевах озимого рапса при разных уровнях азотного питания / Ж. В. Чикалова, М. В. Рак // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. — Гродно : ГТАУ, 2011. — Ч. 1. — С. 425—426.

9. Булавина, Т. М. Экономическая эффективность применения активатора устойчивости растений фитовитал и фунгицидов на посевах озимого тритикале / Т. М. Булавина, В. М. Гончарук, А. В. Ленский // Аграр. экономика. — 2012. — № 8. — С. 45—50.

Материал поступил в редакцию 13.02.2013 г.

The research results on the improvement of winter rape cultivation technology are presented in the article. It is shown that in semi-cultivated cultivated sod-podzolic soil, the highest oil seed rape is provided by application of nitrogen fertilizers at the dose of N_{200} used at two stages: at the beginning of active vegetation of plants and at the stage of shooting. The use of aminolevulinic acid hexyl ether (0.15 g / l) in winter rape seed incrustation as well as crop treatment at budding stage by Phytovital preparation (0.6 l / ha) are promising elements of winter rape cultivation technology.