

УДК 633.853.488:631.84:631.559

## ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ И ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ

Д. И. РОМАНЦЕВИЧ, А. С. МАСТЕРОВ, Н. В. РАДЧЕНКО

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 17.01.2019)

*В статье представлены результаты исследований 2014–2017 гг. В полевом опыте изучалось влияние доз, сроков внесения и форм азотных удобрений на производственные процессы, элементы урожайности и урожайность семян редьки масличной для обоснования элементов технологии ее возделывания. Исследования проводились в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» с редькой масличной сорта Сабина. Общая площадь делянки 36 м<sup>2</sup>, учетная 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. В опытах применялись удобрения: карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), КАС (30 % N), двойной суперфосфат марки Б (43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)*

*В результате полевых исследований установлено, что увеличение дозы азотных удобрений, а также количества приемов внесения способствует росту урожайности семян редьки масличной до 35,5 ц/га.*

*Форма азотного удобрения для подкормки в фазу бутонизации в дозе N<sub>50</sub> и при дроблении на две подкормки в дозе N<sub>50</sub> + N<sub>20</sub>, значения не имела. При увеличении дозы до N<sub>70</sub> в фазу бутонизации лучшей формой являлся КАС. Прибавка к варианту с карбамидом составляла 2,9 ц/га. С увеличением доз азота в опыте с различными формами азотных удобрений наблюдалось увеличение урожайности на 4,1–9,5 ц/га (16,3–37,8 %).*

*Основными показателями влияющими на урожай стали такие элементы структуры как количества стручков на одном растении, масса семян.*

**Ключевые слова:** редька масличная, азотные удобрения, карбамид, КАС, урожайность.

*The article presents the results of research in 2014–2017. In the field experiment, we studied the effect of doses, terms of application and forms of nitrogen fertilizers on production processes, elements of yield and yield of oil radish seeds to substantiate the elements of technology of its cultivation. The studies were conducted in the teaching and experimental crop rotation field of the Department of Agriculture in the territory of "Experimental fields of the BSAA" with the oil-bearing radish variety Sabina. The total area of the plot is 36 m<sup>2</sup>, experimental area - 24.7 m<sup>2</sup>, repeated four times. Fertilizers were used in the experiments: carbamide (46% N), ammoniated superphosphate (33% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8% N), potassium chloride (60% K<sub>2</sub>O), urea ammonium nitrate (30% N), double superphosphate of grade B (43% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).*

*As a result of field studies, it has been established that increasing the dose of nitrogen fertilizers, as well as the number of application methods, contributes to an increase in the yield of oil radish seeds to 3.55 t / ha.*

*The form of nitrogenous fertilizer for top dressing in the phase of budding at a dose of N<sub>50</sub> and when dividing into two additional feedings at a dose of N<sub>50</sub> + N<sub>20</sub>, did not matter. With the dose increased to N<sub>70</sub> in the budding phase, UAN was the best form. The increase in the carbamide version was 0.29 t / ha. With an increase in nitrogen doses in the experiment with various forms of nitrogen fertilizers, an increase in yields by 0.41–0.95 t / ha (16.3–37.8%) was observed.*

*The main indicators affecting the yield were such elements of the structure as the number of pods on a single plant, the weight of seeds.*

**Key words:** oilseed radish, nitrogen fertilizers, carbamide, UAN, yield.

### Введение

В связи с переходом сельского хозяйства на рыночные отношения решение назревших проблем на принципах затратной экономики невозможно. Расчеты показывают, что более половины всех энергозатрат в растениеводстве приходится на удобрения. Для снижения затрат на применение удобрений следует планировать их использование не под максимально возможный урожай, а на рациональный уровень урожая при максимальной окупаемости и при умеренных темпах пополнения почвенных запасов питательными элементами [1, 2, 3].

Дозы и сроки внесения минеральных удобрений оказывают огромное влияние на семенную и кормовую продуктивность всех сельскохозяйственных культур, в том числе и на урожайность редьки масличной. Наибольшее влияние на размер урожая и его качество оказывают азотные удобрения [2, 3].

Оптимальная доза азотных удобрений обеспечивает уравновешенный метаболизм растения, что обуславливает формирование элементов структуры урожая в процессе вегетации растений, при котором получают высокий биологический и хозяйственный урожай. В литературе можно встретить немало сведений о стимулирующем действии повышенных доз азота на ростовые процессы в наземных органах растений и замедлении при этом темпов их развития [4].

В связи с разнящимися данными различных ученых по вопросу внесения азота под капустные культуры и отсутствием достаточного количества рекомендаций конкретно под редьку масличную, возникла необходимость проведения исследований по изучению оптимальных сроков и доз внесения азотных удобрений под редьку масличную применительно к условиям северо-восточной зоны Беларуси.

Цель исследований – изучение влияния доз и сроков внесения и форм азотных удобрений на продукционные процессы, элементы урожайности и урожайность семян для обоснования элементов технологии возделывания редьки масличной.

### Основная часть

Исследования проводились в 2014–2017 гг. в учебно-опытном севообороте кафедры земледелия на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» с редькой масличной сорта Сабина.

Общая площадь делянки 36 м<sup>2</sup>, учетная 24,7 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная [5, 6]. В опытах применялись удобрения: карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (33 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 8 % N), хлористый калий (60 % K<sub>2</sub>O), КАС (30 % N), двойной суперфосфат марки Б (43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) [7].

*Опыт 1. Продуктивность редьки масличной в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений:* 1. Без удобрений (контроль). 2. P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> осенью под вспашку – фон. 3. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом. 4. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>50</sub> в начале бутонизации. 5. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>70</sub> в начале бутонизации. 6. Фон + N<sub>50</sub> весной перед посевом + N<sub>50</sub> в начале бутонизации + N<sub>20</sub> в начале цветения. Предшественником был ячмень, посев проводился в 2014 г. – 20 апреля, в 2015 г. и 2016 г. – 25 апреля с нормой высева 1,1 млн семян на 1 га, азотные удобрения вносились в виде карбамида (46 % N).

*Опыт 2. Продуктивность редьки масличной в зависимости от форм внесения азотных удобрений:* 1. N<sub>50</sub> (карбамид) P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> – фон. 2. Фон + N<sub>50</sub> (карбамид) в начале бутонизации. 3. Фон + N<sub>50</sub> (КАС) в начале бутонизации. 4. Фон + N<sub>70</sub> (карбамид) в начале бутонизации. 5. Фон + N<sub>70</sub> (КАС) в начале бутонизации. 6. Фон + N<sub>50</sub> (карбамид) в начале бутонизации + N<sub>20</sub> (карбамид) в начале цветения. 7. Фон + N<sub>50</sub> (КАС) в начале бутонизации + N<sub>20</sub> (КАС) в начале цветения. Предшественником в опыте был ячмень, посев проводился в 2015 г. и 2016 г. – 25 апреля, в 2017 г. – 18 апреля с нормой высева 1,1 млн семян на 1 га, азотные удобрения вносились в виде карбамида (46 % N) и КАС (30 % N).

Почва опытного участка имела среднее содержание гумуса, повышенное содержание подвижных форм фосфора и калия, среднее содержание кальция, среднее содержание магния, бора и серы, низкое – меди, цинка и марганца. Реакция почвы была близкой к нейтральной.

Посев редьки масличной был произведен сеялкой СПУ-6. Учет урожайности семян сплошной поделяночный. Агротехника возделывания общепринятая для Беларуси [6, 8, 9, 10]. В целом методика закладки опытов, проведения наблюдений и анализов общепринятая в исследовательской работе.

Определение структуры урожайности показало, что применение удобрений способствовало по сравнению с контролем, увеличению индивидуальной продуктивности растений редьки масличной (табл. 1).

Таблица 1. Структура урожайности редьки масличной в зависимости от доз и сроков внесения азотных удобрений

Вариант	Густота, шт./м <sup>2</sup>	Индивидуальная продуктивность				Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
		число стручков, шт.	масса семян с 1 растения, г	число семян с 1 растения, шт.	число семян с 1 стручка, шт.		
2014 г							
1. Без удобрений	54	134,9	6,1	411,4	3,1	14,8	334,2
2. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	51	132,7	6,6	421,3	3,2	15,6	337,8
3. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	51	132,9	6,7	422,0	3,2	16,0	347,0
4. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub>	51	147,7	8,0	494,8	3,4	16,2	414,9
5. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>70</sub>	52	142,3	8,2	494,5	3,5	16,6	429,9
6. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub> + N <sub>20</sub>	55	145,0	8,0	489,4	3,4	16,3	441,9
2015 г							
1. Без удобрений	53	64,3	3,2	225,1	3,5	14,2	169,4
2. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	56	77,9	4,2	288,2	3,7	14,4	232,4
3. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	60	92,7	5,3	343,0	3,7	15,4	316,9
4. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub>	62	96,0	5,8	355,2	3,7	16,2	356,8
5. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>70</sub>	62	101,5	6,2	375,6	3,7	16,6	386,5
6. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub> + N <sub>20</sub>	62	102,8	6,4	380,4	3,7	16,7	393,8
2016 г							
1. Без удобрений	55	99,9	4,8	334,9	3,3	14,8	268,4
2. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	55	110,1	5,7	380,1	3,6	15,3	333,5
3. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	57	117,0	6,3	404,1	3,6	15,7	376,9
4. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub>	61	124,1	7,2	442,1	3,7	16,2	453,8
5. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>70</sub>	60	127,9	7,5	460,1	3,6	16,6	458,6

6. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub> + N <sub>20</sub>	60	129,0	7,8	464,0	3,7	16,5	472,5
Среднее							
1. Без удобрений	54	99,7	4,7	323,8	3,3	14,6	257,3
2. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	54	106,9	5,5	363,2	3,5	15,1	301,2
3. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	56	114,2	6,1	389,7	3,5	15,7	346,9
4. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub>	58	122,6	7,0	430,7	3,6	16,2	408,5
5. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>70</sub>	58	123,9	7,3	443,4	3,6	16,6	425,0
6. N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> + N <sub>50</sub> + N <sub>20</sub>	59	125,6	7,4	444,6	3,6	16,5	436,1

Число стручков на одном растении увеличилось с применением удобрений. При внесении азотного удобрения в дозе N<sub>50</sub> число стручков на 1 растении увеличивалось на 7,3 шт. в среднем за три года по сравнению с вариантом, где вносились только фосфорные и калийные удобрения.

При дополнительной подкормке в фазу начала бутонизации N<sub>50</sub> число стручков было выше на 15,7 шт. по сравнению с фоновым вариантом. Увеличение подкормки на N<sub>20</sub> позволило растению сформировать еще только 1,3 стручка в среднем за три года.

После третьего внесения азотного удобрения в начале цветения редьки масличной количество стручков увеличилось по сравнению с вариантом внесения P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> на 18,7 шт, и на 1,7 шт. по сравнению с внесением азота в дозе N<sub>70</sub> в два приема.

Число семян с 1 растения также увеличивалось под действием минеральных удобрений. Причем в 2014 г. растения редьки масличной сформировали максимальное количество семян на растении – 411,4–494,8 шт. Дополнительные подкормки азотным удобрением увеличивали число семян в среднем за три года на 41,0–54,9 шт. по сравнению с вариантом, где применялись N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> в основное внесение. Причем, перенесение части второго внесения в третью подкормку существенного влияния на количество семян с 1 растения не оказало.

В варианте без удобрений масса 1000 семян составила 14,6 г в среднем за три года, а при внесении минеральных удобрений в дозе P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> она увеличилась на 0,5 г. Все варианты с применением азотных удобрений увеличивали массу 1000 семян на 0,6–1,5 г по сравнению с вариантом P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> в среднем за три года.

Исходя из показателей структуры урожайности редьки масличной, произведен расчет биологической урожайности. При применении минеральных фосфорных и калийных удобрений биологическая урожайность увеличилась на 43,9 г/м<sup>2</sup> в среднем за три года. Добавление N<sub>50</sub> в основное внесение дало прибавку в 45,7 г/м<sup>2</sup> в среднем за три года по сравнению с фоновым вариантом.

Прибавка от второго внесения азота в виде подкормки N<sub>50</sub> в бутонизацию редьки составила 61,6 г/м<sup>2</sup>. Подкормка в дозе N<sub>70</sub> по сравнению с подкормкой в N<sub>50</sub> повысила биологическую урожайность на 16,5 г/м<sup>2</sup>. При переносе части азотной подкормки N<sub>20</sub> в начало цветения увеличило прибавку еще на 11,1 г/м<sup>2</sup>.

Анализ структуры урожайности редьки масличной показал, что формы удобрений не оказывали существенного влияния на структуру урожайности семян редьки масличной (табл. 2).

Таблица 2. Структура урожайности редьки масличной в зависимости от форм внесения азотных удобрений

Вариант	Густота, шт./м <sup>2</sup>	Индивидуальная продуктивность				Масса 1000 семян, г	Биологическая урожайность, г/м <sup>2</sup>
		число стручков, шт.	масса семян с 1 растения, г	число семян с 1 растения, шт.	число семян с 1 стручка, шт.		
2015 г							
1. N <sub>50</sub> (карбамид) P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	60	92,7	5,3	343,0	3,7	15,4	316,9
2. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид)	62	96,0	5,8	355,2	3,7	16,2	356,8
3. Фон + N <sub>50</sub> (КАС)	61	95,5	5,8	353,4	3,7	16,5	355,6
4. Фон + N <sub>70</sub> (карбамид)	62	101,5	6,2	375,6	3,7	16,6	386,5
5. Фон + N <sub>70</sub> (КАС)	63	102,8	6,4	380,4	3,7	16,9	404,9
6. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид) + N <sub>20</sub> (карбамид)	62	102,8	6,4	380,4	3,7	16,7	393,8
7. Фон + N <sub>50</sub> (КАС) + N <sub>20</sub> (КАС)	62	103,5	6,4	382,9	3,7	16,8	398,9
2016 г							
1. N <sub>50</sub> (карбамид) P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	57	117,0	6,3	404,1	3,6	15,7	376,9
2. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид)	61	124,1	7,2	442,1	3,7	16,2	453,8
3. Фон + N <sub>50</sub> (КАС)	59	123,8	7,2	445,7	3,6	16,1	423,4
4. Фон + N <sub>70</sub> (карбамид)	60	127,9	7,5	460,1	3,6	16,6	458,6
5. Фон + N <sub>70</sub> (КАС)	60	120,5	7,2	433,8	3,6	16,7	434,7
6. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид) + N <sub>20</sub> (карбамид)	60	129,0	7,8	464,0	3,7	16,5	472,5
7. Фон + N <sub>50</sub> (КАС) + N <sub>20</sub> (КАС)	60	125,4	7,5	451,4	3,6	16,7	452,3
2017 г							
1. N <sub>50</sub> (карбамид) P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	50	105,2	5,8	378,7	3,6	15,3	289,7
2. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид)	58	110,1	6,3	396,4	3,6	15,9	365,5
3. Фон + N <sub>50</sub> (КАС)	58	108,2	6,2	389,5	3,6	15,8	356,9
4. Фон + N <sub>70</sub> (карбамид)	57	112,9	6,7	417,7	3,7	16,0	380,9
5. Фон + N <sub>70</sub> (КАС)	59	111,7	6,8	413,3	3,7	16,3	397,5
6. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид) + N <sub>20</sub> (карбамид)	60	110,8	6,8	409,9	3,7	16,5	405,9
7. Фон + N <sub>50</sub> (КАС) + N <sub>20</sub> (КАС)	58	109,6	6,9	405,5	3,7	16,9	397,5

Среднее							
1. N <sub>50</sub> (карбамид) P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	56	105,0	5,8	375,3	3,6	15,5	327,8
2. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид)	60	110,1	6,4	397,9	3,7	16,1	392,0
3. Фон + N <sub>50</sub> (КАС)	59	109,2	6,4	396,2	3,6	16,1	378,6
4. Фон + N <sub>70</sub> (карбамид)	60	114,1	6,8	417,8	3,7	16,4	408,7
5. Фон + N <sub>70</sub> (КАС)	61	111,7	6,8	409,2	3,7	16,6	412,4
6. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид) + N <sub>20</sub> (карбамид)	61	114,2	7,0	418,1	3,7	16,6	424,1
7. Фон + N <sub>50</sub> (КАС) + N <sub>20</sub> (КАС)	60	112,8	6,9	413,3	3,7	16,8	416,2

При подкормке растений в дозе N<sub>50</sub> карбамидом количество стручков на растении редьки масличной в среднем за три года составило 110,1 шт., а при замене его на КАС – 109,2 шт. При увеличении дозы подкормки до N<sub>70</sub> в фазу бутонизации в виде карбамида количество стручков увеличивалось на 4,0 шт., а при использовании КАС – на 2,5 шт. Дробное внесение азота в фазу бутонизации и в начале цветения культуры не повышало количество стручков на 1 растении.

Число семян в стручке и их масса так же не изменялось в зависимости от форм азотных удобрений.

Азотные подкормки увеличивали биологическую урожайность семян редьки масличной на 50,8– 96,3 г по сравнению с фоновым вариантом N<sub>50</sub> (карбамид) P<sub>40</sub>K<sub>60</sub>.

Разница между вариантами внесения карбамида и КАС находилась в пределах 3,7–13,4 г.

Хозяйственная урожайность семян редьки масличной как в варианте без удобрений, так и с удобрениями была выше в 2014 г. (табл. 3). Однако, действие удобрений в 2015 и 2016 гг. было выше, чем в 2014 г.

Таблица 3. Влияние азотных удобрений на хозяйственную урожайность семян редьки масличной

Вариант	Урожайность, ц/га					Прибавка к контролю/фону	
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	в среднем за 3 года	ц/га	%
<i>Опыт со сроками и нормами азотных удобрений</i>							
1. Без удобрений (контроль)	32,6	15,7	14,5	–	20,9	–	–
2. P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	33,4	20,4	18,9	–	24,2	3,3	15,8
3. Фон + N <sub>50</sub>	34,2	26,0	24,8	–	28,3	7,4	35,4
4. Фон + N <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	41,4	28,2	27,8	–	32,5	11,6	55,5
5. Фон + N <sub>50</sub> + N <sub>70</sub>	42,3	33,1	29,0	–	34,8	13,9	66,5
6. Фон + N <sub>50</sub> + N <sub>50</sub> + N <sub>20</sub>	43,1	34,3	29,2	–	35,5	14,6	69,8
НСР <sub>05</sub>	1,9	2,1	2,0				
<i>Опыт с формами азотных удобрений</i>							
1. N <sub>50</sub> (карбамид) P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> – фон	–	26,0	25,0	24,2	25,1	–	–
2. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид)	–	28,2	27,8	31,5	29,2	4,1	16,3
3. Фон + N <sub>50</sub> (КАС)	–	29,0	28,3	30,2	29,2	4,1	16,3
4. Фон + N <sub>70</sub> (карбамид)	–	33,1	29,0	33,0	31,7	6,6	26,3
5. Фон + N <sub>70</sub> (КАС)	–	35,2	33,2	35,5	34,6	9,5	37,8
6. Фон + N <sub>50</sub> (карбамид) + N <sub>20</sub> (карбамид)	–	34,3	29,2	37,2	33,6	8,5	33,9
7. Фон + N <sub>50</sub> (КАС) + N <sub>20</sub> (КАС)	–	35,1	31,0	36,8	34,3	9,2	36,7
НСР <sub>05</sub>	–	1,8	1,9	2,0			

Максимальная урожайность семян в 43,1 ц/га получена в 2014 г. в варианте опыта с внесением минеральных удобрений в дозе N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> в начале фазы бутонизации + N<sub>20</sub> в начале цветения. Однако разницы по сравнению с вариантами с внесением N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>70</sub> и N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> не отмечено (в пределах НСР). Этот же вариант показал максимальную урожайность в 2015 и 2016 гг., но и как в 2014 г. существенной разницы по сравнению с вариантами N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>70</sub> и N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> не отмечено. Только в 2015 г. вариант с внесением N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> достоверно уступал по урожайности семян как варианту с внесением N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>70</sub>, так и варианту с N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> + N<sub>20</sub> на 4,9 и 6,1 ц/га.

Внесение минеральных удобрений в дозе P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> под редьку масличную по сравнению с вариантом без удобрений не увеличивало хозяйственную урожайность семян в 2014 г. Прибавка урожайности семян в 2015 г. составила 4,7 ц/га, в 2016 г. – 4,4 ц/га. В среднем за три года прибавка урожайности семян составила 3,3 ц/га (15,8 %).

Применение азотного удобрения в основное внесение перед посевом не увеличивало урожайность семян в 2014 г., но увеличивало на 10,3 ц/га в 2015 г. и в 2016 г., а в среднем за три года – на 7,4 ц/га (35,4 %) по сравнению с контрольным вариантом. Прибавка урожайности от самого азотного удобрения составила 5,6 ц/га в 2015 г., 5,9 ц/га – в 2016 г., в 2014 г. прибавки не было, в среднем за три года – 4,1 ц/га.

Подкормка в начале бутонизации повышала урожайность в 2014 г. на 7,2 ц/га, в 2015 г. – на 2,2 ц/га, в 2016 г. – на 3,0 ц/га, а в среднем за три года – на 4,2 ц/га. Совместное внесение N<sub>50</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>50</sub> в среднем за три года увеличивало урожайность семян на 11,6 ц/га (55,5 %) по сравнению с контрольным вариантом.

Увеличение второй подкормки на  $N_{20}$  на фоне минеральных удобрений в дозе  $N_{50}P_{40}K_{60} + N_{50}$  привело к прибавке к контролю в 2014 г. в 9,7 ц/га, в 2015 г. – в 17,4 ц/га, в 2016 г. – 14,5 ц/га, в среднем за три года – в 13,9 ц/га (66,5 %). Прибавка от применения дополнительно  $N_{20}$  составила в 2015 г. – 4,9 ц/га, а в среднем за три года – 2,3 ц/га (в 2014 и 2016 гг. прибавки не было). Перенос азотного удобрения в дозе  $N_{20}$  привело к прибавке к контролю в 2014 г. в 10,5 ц/га, в 2015 г. – в 18,6 ц/га, в 2016 г. – в 14,7 ц/га, в среднем за три года – в 14,6 ц/га. Прибавки от переноса  $N_{20}$  в третью подкормку как в 2014 г., так и в 2015 г и 2016 г. не было.

Подкормки азотными удобрениями в виде КАС и карбамида дали достоверную прибавку к фоновому варианту  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60}$ .

В 2015 г. при подкормке растений редьки  $N_{50}$  (карбамид) урожайность семян увеличилась на 2,2 ц/га (при НСР 1,8). Подкормка в фазу бутонизации культуры  $N_{50}$  (КАС) дала прибавку урожайности семян в 3,0 ц/га, т. е. разницы между подкормкой карбамидом и КАС не было.

При увеличении дозы азотной подкормки до  $N_{70}$  (карбамид) урожайность семян увеличивалась по сравнению с фоном на 7,1 ц/га, а по сравнению с вариантом  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60} + N_{50}$  (карбамид) – на 4,9 ц/га. При внесении  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60} + N_{70}$  (КАС) прибавка к фону составила 9,2 ц/га, а к варианту  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60} + N_{50}$  (КАС) – 6,2 ц/га. При замене карбамида на КАС в дозе  $N_{70}$  прибавка в варианте была на уровне 2,1 ц/га.

При дроблении подкормки  $N_{70}$  на два внесения в бутонизацию и начало цветения культуры прибавки урожайности не было по сравнению с вариантами с одной подкормкой. Между собой варианты с КАС и карбамидом также не различались.

В 2016 и 2017 гг. тенденция сохранилась. Существенная разница была только в вариантах  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60} + N_{70}$  (карбамид) и  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60} + N_{70}$  (КАС). На 4,2 ц/га выше урожайность семян была при применении КАС в 2016 г. и на 2,5 ц/га – в 2017 г.

В среднем за три года варианты с подкормками азотными удобрениями превосходили по урожайности семян вариант с  $N_{50}$  (карбамид)  $P_{40}K_{60}$  на 4,1–9,5 ц/га (16,3–37,8 %). Форма азотного удобрения для подкормки в фазу бутонизации в дозе  $N_{50}$  и при дроблении на две подкормки в дозе  $N_{50} + N_{20}$ , значения не имеет. При увеличении дозы до  $N_{70}$  в фазу бутонизации лучшей формой является КАС. Прибавка к варианту с карбамидом составила 2,9 ц/га.

### **Заключение**

Внесение удобрений способствовало увеличению индивидуальной продуктивности растений редьки масличной в большей степени за счет изменения количества стручков на одном растении и массы семян. В среднем за годы исследований самая высокая биологическая урожайность (43,6 ц/га) сформировалась при внесении азотных удобрений в три приема: в основное ( $N_{50}$ ) и подкормки в начале бутонизации ( $N_{50}$ ) и начале цветения ( $N_{20}$ ).

В среднем за три года увеличение дозы азотных удобрений, а также количества приемов внесения способствовало повышению урожайности семян редьки масличной, при этом прибавка урожайности составляла от 3,3 ц/га до 14,6 ц/га.

Формы азотного удобрения для подкормки в фазу бутонизации в дозе  $N_{50}$  и при дроблении на две подкормки в дозе  $N_{50} + N_{20}$  эффекта не имели. Лишь с увеличением дозы с подкормками азотными удобрениями до  $N_{70}$  в фазу бутонизации лучшей формой является КАС. Прибавка к варианту с карбамидом составила 2,9 ц/га. Увеличение дозы азотных удобрений до 120 кг/га д. в. повышало урожайность культуры от 4,1 до 9,5 ц/га (16,3–37,8 %).

### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Цыганов, А. Р. Влияние макро- и микроудобрений на эффективность возделывания ярового рапса, редьки масличной и горчицы белой на семена / А. Р. Цыганов, А. С. Мастеров, Е. А. Плевко // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 4 (101). – С. 27–30.
2. Плевко, Е. А. Совершенствование системы удобрения редьки масличной, горчицы белой и рапса ярового при возделывании на семена на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Е. А. Плевко. – Минск, 2017. – 24 с.
3. Пешкова, А. А. Влияние уровня азотного питания на активность нитратредуктазы и накопление нитратов в органах растений редьки масличной / А. А. Пешкова, Н. В. Дорофеев // Агрехимия. – 2005. – № 7. – С. 14–19.
4. Ратнер, Е. И. О влиянии азота на развитие растений и о зависимости действия стимуляторов роста от условий минерального питания / Е. И. Ратнер // Труды Института физиологии растений. – 1954. – Т. 8. – С. 34–37.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами стат.обработ. результатов исслед.) [по агр. спец.] / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Дудук, А. А. Научные исследования в агрономии : учеб. пособие / А. А. Дудук, П. И. Мозоль. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 336 с.
7. Агрехимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
8. Сидераты в промежуточной культуре. Рекомендации по использованию сидеральных культур в подсеваемых, поукосных и пожнивных посевах / Г. И. Тарануха [и др.]. – Горки, 2008. – 48 с.

9. Пилюк, Я. Э. Рапс в Беларуси (биология, селекция и технология возделывания) / Я. Э. Пилюк. – Минск: Бизнесофсет, 2007. – 239 с.

10. Особенности проведения исследований с крестоцветными масличными культурами [Текст] / В. Ф. Сайко [и др.]. – М.: Институт земледелия НААН, 2011. – 76 с.