

**СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ****Мокрушина А.В., Богатырева А.С., Акманаев Э.Д.**

**Реферат.** В статье приведены результаты полевого двухфакторного опыта по влиянию минеральных удобрений на семенную продуктивность ярового рапса сорта Ратник и гибрида Смилла. Исследования проведены в 2016-2018 гг. на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве учебно-научного опытного поля ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ. На обоих изучаемых объектах отмечено положительное влияние возрастающих доз азотных удобрений, а также их комплексного применения с фосфором и калием на урожайность и элементы структуры урожайности. Каждое последующее увеличение дозы азота в соответствии со схемой опыта приводило к существенному росту урожайности. Внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность по всем вариантам в сравнении с аналогичными вариантами без их применения. Наибольшая урожайность характерна для гибрида Смилла (2,95 т/га), для сорта Ратник максимальная урожайность составила 2,32 т/га. Гибрид Смилла отличается большей отзывчивостью на использование повышенных доз минеральных удобрений, его использование предпочтительнее в условиях высокой культуры земледелия. Внесение возрастающих доз азотных удобрений привело к повышению сохранности растений за вегетацию. Максимальное количество растений к уборке отмечено при внесении фосфорно-калийных удобрений и азота в дозах от 60 кг/га. Использование комплексного минерального питания приводило к увеличению количества растений к уборке, чем в аналогичных вариантах с внесением только азота. Листовой диагностикой выявлено, что недостаток азота характерен для вариантов без удобрений. Внесение азота 120 кг/га, а также 90 кг/га на фосфорно-калийном фоне обеспечивало достаточным количеством азота. Максимальная доза N120P60K60 приводила к избыточному накоплению нитратов в растении. По обеспеченности растений фосфором и калием наблюдали аналогичную закономерность: при внесении фосфорно-калийного фона нуждаемость растений в данных элементах питания отсутствовала, а без использования данных удобрений у растений отмечалась слабая нуждаемость в них. Минеральные удобрения положительно влияли на число стручков и массу 1000 семян. Максимальные значения данных показателей отмечены при внесении наибольших доз азотных и фосфорно-калийных удобрений.

**Ключевые слова:** яровой рапс, минеральные удобрения, урожайность, структура урожайности, маслосемена.

**Введение.** Рапс – культура, которая имеет большое продовольственное, кормовое, техническое, агротехническое и экологическое значения. В семенах отмечается высокое содержание белка и масла (21-33 и 40-45% соответственно) [1-3]. В последние годы отмечена тенденция увеличения посевных площадей, как в целом по Российской Федерации, так и в Пермском крае в частности. По предварительным данным в 2018 г. посевная площадь рапса в России составила 1575,5 тыс. га и 2,5 тыс. га в Пермском крае. Валовой сбор за данный период составил 1980,1 и 2,3 тыс. т в России и Пермском крае соответственно, при средней урожайности по стране 1,33 т/га и 0,99 т/га в крае [4]. Для увеличения урожайности ярового рапса необходимо совершенствовать технологию возделывания культуры, одним из элементов которой является минеральное питание растений.

Рапс – культура требовательная к почвенному питанию, она хорошо отзывается на внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений. При урожайности семян 2,5-3 т/га из почвы выносятся 140-160 кг азота, 60-70 кг

фосфора и 115-140 кг калия. Таким образом, отмечается высокая потребность рапса в элементах питания, особенно в азоте [5].

Обеспечение оптимального азотного питания улучшает рост растений, увеличивает содержание белка в различных частях растения. При недостатке азота в почве растения плохо растут и развиваются. Все это приводит к резкому снижению урожайности и качества семян [6-9].

Фосфор оказывает воздействие на фотосинтез, дыхание, образование жира, рост корней, ускорение созревания семян. Внесение фосфорных удобрений повышает засухоустойчивость растений, ускоряет созревание семян и увеличивает продуктивность рапса [10].

Калий влияет на повышение устойчивости растений к неблагоприятным погодным условиям, поражению болезнями и повреждению вредителями. При недостатке калия задерживается развитие растения. Полноценное калийное питание обеспечивает повышение урожайности на 0,2-0,3 т/га и содержания масла в семенах на 1,15-3,87 % [11-14].

В связи с этим, выявление оптимальных доз минеральных удобрений под яровой рапс, позволяющих получать не менее 2 т/га маслосемян, является актуальной задачей.

**Условия, материалы и методы исследований.** В 2016-2018 гг. на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве был заложен полевой двухфакторный опыт. Пахотный слой опытного участка характеризовался низким содержанием гумуса. Реакция почвенного раствора в 2016 г. была слабокислая, в 2017-2018 гг. – близкая к нейтральной. Обеспеченность подвижными формами фосфора очень высокая, калия – повышенная.

В качестве объектов исследований использовали яровой рапс сорта Ратник и гибрид зарубежной селекции Смилла (фактор А). По фактору В расщепление было следующим: без удобрений (контроль);  $N_{30}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{90}$ ,  $N_{120}$ ,  $N_{30}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{90}P_{60}K_{60}$ ,  $N_{120}P_{60}K_{60}$ . Варианты расположены систематически в четырехкратной повторности [15]. Учетная площадь делянки 40 м<sup>2</sup>. При проведении опытов руководствовались общепринятыми рекомендациями для научно-исследовательских учреждений.

Агротехника в опыте соответствовала научной системе земледелия, рекомендованной для Предуралья [16]. Азотные удобрения вносили вручную под предпосевную культивацию перед посевом ярового рапса. Посев культуры осуществляли рядовым способом, поперек делянок (1,5 млн/га). Уборку проводили прямым комбайнированием при влажности семян 25-30%.

Метеорологические условия по годам существенно различались. В 2016 г. май характеризовался теплой погодой, практически без осадков (температура была выше среднемесячной). Такая погода привела к низкой полевой всхожести семян. В летние месяцы также наблюдали отсутствие осадков при жаркой погоде. Результатом этого явилось значительное увеличение числа вредителей, что негативно сказалось на урожайности ярового рапса. Сложные условия вегетационного периода 2016 г. привели к значительному изреживанию посевов сорта Ратник.

В мае 2017-2018 гг. преобладала холодная погода, что также привело к затягиванию прорастания семян и гибели всходов. Однако, в летние месяцы с выпадением значительного количества осадков, отмечалось обильное цветение и образование ветвей и стручков, что способствовало повышению продуктивности растений и увеличению урожайности агроценозов.

Таким образом, метеорологические условия существенно влияли на формирование урожайности ярового рапса и эффективность использования им минерального питания.

**Анализ и обсуждение результатов.** Засушливые условия 2016 г. привели к существенному изреживанию стеблестоя ярового рапса, вследствие чего учет урожайности проводили только по гибриду Смилла при средней продуктивности 1 га посевов 0,34 т/га. В табл. 1 приведена урожайность ярового рапса Ратник за два года и гибрида Смилла за три года исследований.

При сравнении двух сортов выявлено, что сорт Ратник уступает по урожайности гибриду Смилла. Однако преимущество зарубежного гибрида проявляется лишь при внесении полного комплекса минеральных удобрений в дозах не менее, чем  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Прибавки урожайности при этом составляют 0,56-0,70 т/га.

В среднем за два года урожайность семян обоих сортов увеличивается при внесении азотных удобрений на 0,34-2,22 т/га, причем каждое последующее увеличение дозы азота в соответствии со схемой опыта приводит к существенному росту урожайности. Внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивало урожайность по всем вариантам в сравнении с аналогичными вариантами без их применения. Наибольшая урожайность по сорту Ратник получена при внесении  $N_{120}P_{60}K_{60}$ , а по гибриду Смилла –  $N_{90}P_{60}K_{60}$  (2,35 и 2,9 т/га соответственно). Таким образом, Смилла отличается большей отзывчивостью на внесение высоких доз минеральных удобрений.

Трехлетние исследования продуктивности посевов гибрида Смилла подтверждают выводы, сделанные по двухлетним наблюдениям. Таким образом, гибрид Смилла более отзывчив на использование повышенных доз минеральных удобрений и его использование предпочтительнее в условиях высокой культуры земледелия.

Поставленная цель (получение не менее 2 т/га маслосемян ярового рапса) в 2017-2018 гг. достигнута для сорта Ратник при внесении доз минеральных удобрений не менее  $N_{90}P_{60}K_{60}$ , а для гибрида Смилла – от  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Низкая урожайность ярового рапса в 2016 г. повлияла на итоговые показатели усредненных за три года данных, поэтому достижение цели в этом случае по Смилле отмечается лишь при дозах  $N_{90}P_{60}K_{60}$  и  $N_{120}P_{60}K_{60}$  (2,10 и 2,11 т/га соответственно).

Показатели структуры урожайности подтверждают основные тенденции исследований (табл. 2).

На полевую всхожесть семян существенное влияние оказали сорта ярового рапса. По результатам двухлетних исследований отмече-

Таблица 1 – Урожайность ярового рапса, т/га

Сорт (А)	Дозы удобрений (В)	В среднем за два года, 2017-2018 гг.		В среднем за три года, 2016-2018 гг.	Среднее по В
Ратник	Без удобрений	0,40			0,44
	N <sub>30</sub>	0,76			0,78
	N <sub>60</sub>	1,07			1,09
	N <sub>90</sub>	1,41			1,46
	N <sub>120</sub>	1,66			1,77
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,74			1,88
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1,99			2,27
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,20			2,55
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,35			2,66
Среднее по А <sub>1</sub>		1,51			
Смилла	Без удобрений	0,48		0,34	
	N <sub>30</sub>	0,80		0,57	
	N <sub>60</sub>	1,12		0,85	
	N <sub>90</sub>	1,51		1,12	
	N <sub>120</sub>	1,89		1,39	
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,02		1,49	
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,55		1,88	
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,90		2,11	
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,97		2,10	
Среднее по А <sub>2</sub>		1,80			1,32
НСР <sub>05</sub> главных эффектов		Фактор А	Фактор В	0,09	
частных различий		0,18	0,09		
		0,55	0,12		

Таблица 2 – Формирование густоты продуктивного стеблестоя ярового рапса, 2017-2018 гг.

Доза удобрений (В)	Количество взошедших семян, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	Въживаемость, %
Ратник (А <sub>1</sub> )				
Без удобрений	90	53	47	51
N <sub>30</sub>	89	53	55	61
N <sub>60</sub>	89	53	64	72
N <sub>90</sub>	90	53	69	77
N <sub>120</sub>	91	54	72	80
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	89	53	77	86
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	90	53	77	86
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	90	54	78	85
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	92	54	78	84
Среднее по А	90	53	69	75
Смилла (А <sub>2</sub> )				
Без удобрений	111	65	51	47
N <sub>30</sub>	111	64	58	53
N <sub>60</sub>	110	63	66	61
N <sub>90</sub>	111	63	72	66
N <sub>120</sub>	112	64	74	67
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	108	62	77	76
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	111	63	82	78
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	114	65	83	75
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	114	65	82	74
Среднее по А	111	64	72	66
НСР <sub>05</sub> главных эффектов				
фактор А	5	2	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	5
фактор В	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	2	3
НСР <sub>05</sub> частных различий				
фактор А	8	4	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	16
фактор В	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	3	5

но, что у гибрида Смилла количество взошедших семян было выше, чем у сорта Ратник (111 и 90 шт./м<sup>2</sup> соответственно). Таким образом, полевая всхожесть Смиллы в среднем составила 64%, а Ратника – 53%. Внесение минеральных удобрений не повлияло на всхожесть семян.

При анализе сохранности растений за вегетацию наблюдается обратная закономерность. Выживаемость растений у сорта Ратник была выше на 9% по сравнению с гибридом Смилла, вследствие чего количество растений к моменту уборки по сортам выравнивалось.

Минеральные удобрения также существенно повлияли как на количество растений, сохранившихся к уборке, так и на их выживаемость. Внесении возрастающих доз азотных удобрений привело к повышению сохранности растений за вегетацию. Максимальное количество растений к уборке отмечено при внесении фосфорно-калийных удобрений и азота в дозах от 60 кг/га (80 шт./м<sup>2</sup>). Также выявлено, что использование комплексного минерального питания, количество растений к уборке было больше, чем в аналогичных вариантах с внесением азота в чистом виде (в среднем на 7-21 шт./м<sup>2</sup>).

В течение вегетации для определения обеспеченности элементов минерального питания в целом и возрастающих доз азота в частности использовали метод листовой диагностики (табл. 3).

Для обоих сортов обеспеченность элементов питания были идентичными. Недостаток азота характерен для вариантов без удобрений (растение сильно нуждается в азоте). При внесении азота в дозе 30 кг/га наблюдалось некоторое улучшение питания, однако растения по

-прежнему нуждались в азоте. При внесении азота в дозах 60 кг/га и N30P60K60 нуждаемость растений в азоте была средней, а при дозах N90, N60P60K60 – слабой. Внесение азота N120, N90P60K60 потребность растений в данном элементе питания компенсировалась, и наблюдалось достаточное количество нитратов в растениях. Максимальная доза N120P60K60 приводила к избыточному накоплению нитратов в растениях.

По обеспеченности растений фосфором и калием наблюдали аналогичную закономерность: при внесении фосфорно-калийного фона нуждаемость растений в данных элементах питания отсутствовала, а без использования данных удобрений у растений отмечалась слабая нуждаемость в них, что можно объяснить повышенным содержанием фосфора и калия на опытном поле ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

Сорта ярового рапса и дозы минеральных удобрений также существенно влияли на продуктивность растений, показатели ее слагаемые и биологическую урожайность в целом (табл. 4).

Минеральные удобрения положительно влияли на число стручков и массу 1000 семян. Максимальные значения данных показателей отмечены при внесении наибольших доз азотных и фосфорно-калийных удобрений (в среднем 45-48 шт. и 3,57 г соответственно). На количество семян в стручке минеральное питание также оказывало положительное влияние. Однако наиболее эффективным приемом для повышения обсемененности стручков является внесение азотных удобрений в чистом виде, в сравнении с аналогичными вариантами на фоне фосфорно-калийного питания значения данного показателя снижаются. Таким

Таблица 3 – Листовая диагностика ярового рапса, 2017-2018 гг.

Сорт/ гибрид	Вариант	Начало ветвления			Начало бутонизации			Начало цветения		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Ратник	Без удобрений	1	4	4	1	4	4	1	4	4
	N <sub>30</sub>	2	4	4	2	4	4	2	4	4
	N <sub>60</sub>	3	4	4	3	4	4	3	4	4
	N <sub>90</sub>	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N <sub>120</sub>	5	4	4	5	4	4	5	4	4
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3	5	5	3	5	5	3	5	5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Смилла	Без удобрений	1	4	4	1	4	4	1	4	4
	N <sub>30</sub>	2	4	4	2	4	4	2	4	4
	N <sub>60</sub>	3	4	4	3	4	4	3	4	4
	N <sub>90</sub>	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	N <sub>120</sub>	5	4	4	5	4	4	5	4	4
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3	5	5	3	5	5	3	5	5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4	5	5	4	5	5	4	5	5
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6	5	5	6	5	5	6	5	5	

Таблица 4 – Продуктивность растений и биологическая урожайность ярового рапса, среднее за 2017-2018 гг.

Вариант	Число стручков на растении, шт.	Число семян в стручке, шт.	Масса 1000 семян, г	Продуктивность растения, г	Биологическая урожайность, т/га
<b>Ратник</b>					
Без удобрений	17	18,6	3,08	0,94	0,44
N <sub>30</sub>	22	20,8	3,11	1,41	0,81
N <sub>60</sub>	26	22,1	3,17	1,84	1,17
N <sub>90</sub>	31	22,3	3,20	2,22	1,53
N <sub>120</sub>	34	22,8	3,24	2,48	1,79
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	37	21,3	3,25	2,46	1,89
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	42	21,3	3,26	2,84	2,19
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	45	21,3	3,28	3,07	2,39
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	46	21,1	3,29	3,16	2,46
Среднее по А	33,3	21,3	3,21	2,27	1,63
<b>Смилла</b>					
Без удобрений	17	18,3	3,65	1,08	0,54
N <sub>30</sub>	20	20,4	3,70	1,50	0,87
N <sub>60</sub>	24	21,4	3,72	1,87	1,23
N <sub>90</sub>	30	21,9	3,73	2,39	1,72
N <sub>120</sub>	37	21,5	3,76	2,94	2,16
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	40	19,3	3,77	2,88	2,22
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	43	20,9	3,79	3,36	2,75
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	45	21,6	3,86	3,71	3,07
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	49	20,6	3,86	3,85	3,13
Среднее по А	33,7	20,6	3,76	2,72	1,97
<b>НСР<sub>05</sub> главных эффектов</b>					
По фактору А	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,10	0,12	0,18
По фактору В	1,5	0,8	0,03	0,10	0,09
<b>НСР<sub>05</sub> частных различий</b>					
По фактору А	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	F <sub>ф</sub> <F <sub>05</sub>	0,30	0,29	0,12
По фактору В	2,1	1,1	0,05	0,17	0,55

образом, при внесении полного минерального питания формируются растения с большим количеством стручков меньшей обсемененности, но высокой массой 1000 семян.

Существенной разницы между сортами по количеству стручков на одном растении и числу семян в стручке не обнаружено. Двухлетние данные выявили преимущество гибрида Смилла перед сортом Ратник по массе 1000 семян (3,76 и 3,21 г соответственно).

Выявленные закономерности соответствующим образом отразились на продуктивности растений и, как следствие, биологической урожайности. За счет более высокой массы 1000 семян продуктивность одного растения Смиллы была в среднем на 0,45 г больше, чем у Ратника. Внесение возрастающих доз азотных удобрений способствовало существенному повышению продуктивности растений в 1,4-3,5 раза. Применение азота на фосфорно-калийном фоне увеличивало данный показа-

тель на 0,79-1,25 г по сравнению с такой же дозой чистого азота.

На биологическую урожайность ярового рапса в большей степени влияли показатели продуктивности растения и в меньшей – густоты стеблестоя.

**Выводы.** Урожайность ярового рапса на уровне не менее 2 т/га обеспечивается при внесении минеральных удобрений в дозе от N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> на сорте Ратник и N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> для гибрида Смилла. Гибрид зарубежной селекции отличается большей отзывчивостью на повышение доз минеральных удобрений, его использование предпочтительнее в условиях высокой культуры земледелия.

При внесении возрастающих доз азотных удобрений и полного минерального питания прослеживается четкая закономерность в увеличении урожайности за счет таких показателей продуктивности растений, как количество стручков на растении и масса 1000 семян.

#### Литература

1. Аитов Д.Ф., Иванов Д.В. Перспективы использования биодизеля в сельском хозяйстве республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2010. № 3. Т. 17. С. 104-106.
2. Артемов И. В. Рапс – масличная и кормовая культура. Липецк: ОАО «Полиграфический комплекс «Ориус», 2005. 144 с.
3. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. М.: Агролига России, 2008. 328 с.

4. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства (электронные версии) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики: [сайт] [2019] URL:[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1265196018516](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516) (дата обращения: 24.01.2019).
5. Ечевская Ю.В. Особенности питания ярового рапса // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. 2018. Ч. 1. С. 83-86.
6. Авдонин Н.С. Научные основы применения удобрений. М: Колос, 1972. 320 с.
7. Савенков В.П. Яровой рапс на маслосемена // Кормопроизводство. 1997. №4. С. 16-18.
8. Мокрушина А.В., Богатырева А.С., Акманаев Э.Д. Влияние доз минеральных удобрений на семенную продуктивность ярового рапса Смилла в условиях Среднего Предуралья // Научная жизнь. 2018. № 5. С. 40-46.
9. Complementary diversity for nitrogen uptake and utilisation efficiency reveals broad potential for increased sustainability of oilseed rape production / A. Stahl [et al.] // Plant and Soil. 2016. No. 3. P. 245-262.
10. Боровко Л. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество семян ярового рапса // Рапс: масло, белок, биодизель: матер. междунар. 23 науч.-практ. конф., Жодино, 25-27 сентября 2006 г. Минск: ИВЦ Минфина, 2006. С. 83-90.
11. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 60 с.
12. Танин, К.Е. Хлыстовский А.Д. Влияние различных форм калийных удобрений на агрохимические свойства дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы // Агрохимия. 1968. № 8. С. 88-94.
13. Schroder, G. Raps hat hohe Ansprüche // Neue Landwirtschaft. 1992. No. 7. P. 43-45.
14. Sturm H., Buchner A., Zerula W. Gezielte dungen. Integriert wirtschaftlich, umweltgerecht. Frankfurt: DLG - Verlag, Verlags – Union Agrar, 1994. 471 p.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 336 с.
16. Акманаев Э.Д. Инновационные технологии в агробизнесе: учебное пособие / Э.Д. Акманаев; под общ. ред. Ю.Н. Зубарева, С.Л. Елисеева, Е.А. Ренева; М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2012. 335 с.

**Сведения об авторах:**

Мокрушина Алена Витальевна – аспирант, e-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)  
 Богатырева Анастасия Сергеевна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)  
 Акманаев Эльмарт Данифович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор, e-mail: [akmanaev@mail.ru](mailto:akmanaev@mail.ru)  
 ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», г. Пермь, Россия.

**SEED PRODUCTION OF VARIETIES OF SPRING RAPE DEPENDING ON THE DOSES OF MINERAL FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE URALS**

**Mokrushina A.V., Bogatyreva A.S., Akmanaev E. D.**

**Abstract.** The article presents the results of two-factor field experience on the influence of mineral fertilizers on the seed productivity of spring rape varieties Ratnik and hybrid Smilla. The studies carried out in 2016-2018 on sod-mezopodzol loam soil training and research experimental fields of the Perm GATU. The positive effect of increasing doses of nitrogen fertilizers, as well as their complex application with phosphorus and potassium on the yield and elements of the yield structure was noted at both sites. Each subsequent increase in the dose of nitrogen in accordance with the scheme of experience led to a significant increase in productivity. The introduction of phosphorus-potassium fertilizers increased the yield of all options in comparison with similar options without their use. The highest yield is typical for the hybrid Smilla (2.95 t/ha), for Ratnik variety the maximum yield was 2.32 t/ha. Hybrid Smilla is more responsive to the use of high doses of mineral fertilizers, its use is preferable in a high culture of agriculture. The introduction of increasing doses of nitrogen fertilizers has led to increased plant safety during the growing season. The maximum number of plants to be harvested was observed when applying phosphorus-potassium fertilizers and nitrogen in doses of 60 kg/ha. The use of complex mineral nutrition led to an increase in the number of plants to be harvested than in similar variants with the introduction of only nitrogen. Leaf diagnostics revealed that the lack of nitrogen is typical for options without fertilizers. Nitrogen application of 120 kg/ha, as well as 90 kg/ha on the phosphorus-potassium background provided a sufficient amount of nitrogen. The maximum dose of N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> led to excessive accumulation of nitrates in the plant. According to the provision of plants with phosphorus and potassium, a similar pattern was observed: when making a phosphorus-potassium background, the need for these nutrients was absent, and without the use of these fertilizers, plants had a weak need for them. Mineral fertilizers had a positive effect on the number of pods and the weight of 1000 seeds. The maximum values of these indicators are noted when the largest doses of nitrogen and phosphorus-potassium fertilizers are applied.

**Key words:** spring rape, mineral fertilizers, yield, yield structure, oil seeds.

**References**

1. Aitov D.F, Ivanov D.V. Perspektivy ispol'zovaniya biodizelya v sel'skom khozyaistve respubliki Tatarstan (Prospects of use of biodiesel in agriculture of the Republic of Tatarstan ), Vestnik Kazanskogo GAU, 2010, № 3, T. 17, pp. 104-106.
2. Artemov I. V. Raps – maslichnaya i kormovaya kul'tura (Rape – oilseed and fodder culture), Lipetsk, OAO «Poligraficheskii kompleks «Orius», 2005, 144 p.
3. Fedotov V.A., Goncharov S.V., Savenkov V.P. Raps Rossii (The Rape Of Russia), M., Agroliga Rossii, 2008, 328

р.

4. Byulleteni o sostoyanii sel'skogo khozyaistva (The bulletins on the state of agriculture) (elektronnye versii) [Elektronnyi resurs], Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki, [sait] [2019] URL:[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1265196018516](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1265196018516) (data obrashcheniya: 24.01.2019).

5. Echevskaya Yu.V. Osobennosti pitaniya yarovogo rapsa (Features of spring rape nutrition), *Sovremennaya nauka: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii*, sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 2018, Ch. 1, pp. 83-86.

6. Avdonin N.S. Nauchnye osnovy primeneniya udobrenii (Scientific basis of fertilizer application), M., Kolos, 1972, 320 p.

7. Savenkov V.P. Yarovoi raps na maslosemena (Spring rape on oilseeds), *Kormoproizvodstvo*, 1997, №4, pp. 16-18.

8. Mokrushina A.V., Bogatyreva A.S., Akmanaev E.D. Vliyanie doz mineral'nykh udobrenii na semennuyu produktivnost' yarovogo rapsa Smilla v usloviyakh Srednego Predural'ya (Influence of doses of mineral fertilizers on seed productivity of spring rape of Smilla in the conditions of the Middle Urals), *Nauchnaya zhizn'*, 2018, № 5, pp. 40-46.

9. Complementary diversity for nitrogen uptake and utilisation efficiency reveals broad potential for increased sustainability of oilseed rape production, A. Stahl [et al.], *Plant and Soil*, 2016, No. 3, pp. 245-262.

10. Borovko L. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na produktivnost' i kachestvo semyan yarovogo rapsa (Effect of mineral fertilizers on the productivity and quality of spring rape seeds), *Raps: maslo, belok, biodizel'*, mater. mezhdunar. 23 nauch.-prakt. konf., Zhodino, 25-27 sentyabrya 2006 g., Minsk, IVTs Minfina, 2006, pp. 83-90.

11. Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva yarovogo rapsa (Perspective resource-saving technology of spring rape production), metodicheskie rekomendatsii, M., FGNU «Rosinformagrotekh», 2008, 60 p.

12. Tanin, K.E. Khlystovskii A.D. Vliyanie razlichnykh form kaliinykh udobrenii na agrokhimicheskie svoystva derovo-podzolistoi tyazhelosuglinistoi pochvy (Influence of various forms of potash fertilizers on agrochemical properties of sod-podzolic heavy loamy soil), *Agrokimiya*, 1968, № 8, pp. 88-94.

13. Schroder, G. Raps hat hohe Anspruche, *Neue Landwirtschaft*, 1992, No. 7, pp. 43-45.

14. Sturm H., Buchner A., Zerula W. Gezielter dungen. Integriert wirtschaftlich, umweltgerecht, Frankfurt, DLG - Verlag, Verlags - Union Agrar, 1994, 471 p.

15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methods of field experience), Moskva, Kolos, 1985, 336 p.

16. Akmanaev E.D. Innovatsionnye tekhnologii v agrobiznese (Innovative technologies in agribusiness), *uchebnoe posobie*, E.D. Akmanaev, pod obshch. red. Yu.N. Zubareva, S.L. Eliseeva, E.A. Reneva, M-vo s.-kh. RF, FGBOU VPO Permskaya GSKhA, Perm', FGBOU VPO Permskaya GSKhA, 2012, 335 p.

#### Authors:

Mokrushina Alena Vitalievna – postgraduate student

Bogatyreva Anastasiya Sergeevna – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor

Akmanaev Elmart Danifovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor, e-mail: akmanaev@mail.ru

«Perm State Agro-Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov», Perm, Russia.