

# ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕМЯН ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ КАЛМЫКИИ

*В.В. Бородычев<sup>1</sup>, чл.-корр. РАСХН, Э.Б. Дедова<sup>2</sup>, д.с.-х.н., Г.Н. Кониева<sup>2</sup>, к.с.-х.н., В.В. Цыбулин<sup>2</sup>,  
<sup>1</sup>Волгоградский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии,  
<sup>2</sup>Калмыцкий филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии*

*Представлены результаты исследований влияния уровней минерального питания и норм высева семян на повышение продуктивности, масличности и уменьшение аминокислотного состава семян горчицы сарептской в рисовом севообороте полупустынной зоны Калмыкии на остаточной после риса влаге.*

*Ключевые слова: рисовый севооборот, горчица сарептская, уровень минерального питания, норма высева, урожайность, масличность, аминокислоты.*

Для обеспечения устойчивого развития рисоводства на экологически безопасной, ресурсосберегающей и экономически выгодной основе требуется осуществление большого объема качественных преобразований. К ним относятся: изменение структуры площадей рисовых севооборотов в направлении уменьшения посевов риса (ухода от монокультуры) и увеличения доли высокоурожайных малоэнергоёмких сопутствующих культур, способных формировать высокие урожаи без полива с использованием остаточных после риса запасов влаги и обладающих при этом фитомелиоративными свойствами; внедрение новых высокоурожайных сортов риса; применение всего комплекса необходимых мелиоративных мероприятий в целях недопущения снижения плодородия почв и предотвращения ухудшения экологического состояния рисовых агроландшафтов [1,3, 4].

Одна из сопутствующих культур рисового севооборота – горчица сарептская, являющаяся экологически пластичной культурой (засухо- и жароустойчивой, солеустойчивой, способной выдерживать кратковременное затопление) и обладающая высокой аллелопатической активностью, так как при запашке растительных остатков горчицы в почвенный раствор переходят физиологически активные соединения, оказывающие угнетающее воздействие на сорняки [5]. Однако для более полной реализации возможностей горчицы сарептской, как фитомелиоранта рисовых полей, необходимо разрабатывать приемы ее возделывания, способствующие активизации процесса формирования урожая с использованием остаточных запасов влаги после риса.

**Методика.** Полевые исследования по совершенствованию технологии возделывания масличной культуры горчицы сарептской (сорт Камышинская 10) на маслосемена с использованием остаточных после риса запасов влаги (280-300 мм) проводят с 2003 г. на территории ФГУП “Харада” Октябрьского района Республики Калмыкия, расположенной в зоне деятельности Сарпинской ООС. Почвы опытного участка – бурые средне- и тяжелосуглинистые полупустынные. Они характеризуются следующими показателями: плотность сложения пахотного слоя 1,28-1,31 т/м<sup>3</sup>, вниз по профилю она увеличивается и в метровом слое в среднем равна 1,69 т/м<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость в слое 0-1,0 м составляет 24,84-26,72% от массы сухой почвы, содержание гумуса в слое 0-0,4 м – 1,10-1,24%, содержание азота в пахотном слое низкое (35,0-49,0 мг/кг), подвижного фосфора повышенное (35,4-40,1 мг/кг), обменного калия высокое (424-460 мг/кг). Почвы слабо- и средnezасоленные, тип засоления хлоридно-сульфатный, сумма легкорастворимых солей в слое 0-1,0 м – 0,101-0,253%. Схема опытов включает: дозы внесения минеральных удобрений, рассчитанные на получение запланированных уровней урожайности маслосемян горчицы 1,5 и 2,0 т/га и различные нормы высева семян. Размер делянок 75 м<sup>2</sup>. Повторность опытов трехкратная. Расположение

делянок – рендомизированное. Посев проводили в первой декаде апреля. Предшественник – рис. Агротехнику горчицы сарептской в опытах разрабатывали на основе действующих зональных рекомендаций с дополнениями их вариантами изучаемых приемов.

**Результаты и их обсуждение.** Полевая всхожесть горчицы зависит от изучаемых факторов и варьирует от 60,8 до 83,4%. При норме высева семян 2,5 млн шт/га во всех вариантах происходит заметное повышение полевой всхожести – до 69,5-83,4%. В формировании урожая горчицы решающая роль принадлежит фотосинтезу, в процессе которого образуется 90-95% сухой биомассы и аккумулируется 100% энергии. Как показали исследования, в динамике нарастания основных показателей фотосинтетической деятельности прослеживается следующая закономерность: в начальные периоды развития площадь листьев была незначительной – 1,37-2,22 тыс. м<sup>2</sup>/га, чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – 2,04-3,12 г/м<sup>2</sup> в сутки. В фазе бутонизация - цветение они достигали максимальных значений: площадь листьев – 17,12-21,33 тыс. м<sup>2</sup>/га, ЧПФ – 5,39-6,72 г/м<sup>2</sup> в сутки. К концу вегетации показатели фотосинтетической деятельности были минимальными и составили: площадь листьев – 2,01-3,62 тыс. м<sup>2</sup>/га, ЧПФ – 2,00-3,00 г/м<sup>2</sup> в сутки. Основными факторами воздействия на фотосинтетическую деятельность посевов горчицы в наших опытах были уровень минерального питания и норма высева. Наибольшие показатели площади листьев по фазам развития отмечены при норме высева семян 2,5 млн шт/га. Уменьшение нормы высева до 1 млн шт/га или повышение ее до 3 млн шт/га приводило к снижению площади листьев на 0,10-1,47 тыс. м<sup>2</sup>/га и ЧПФ на 0,01-0,34 г/м<sup>2</sup> в сутки.

### 1. Продуктивность горчицы сарептской

Уровень минерального питания, кг д.в./га-фактор А	Норма высева семян, млн шт/га- фактор В	Число цветков на 1 растении	Число стручков на 1 растении	Сохранность стручков на период уборки, %	Число семян в 1 стручке	Масса 1000 семян, г
Без удобрений (контроль)	1,5	142±1,45	64±1,73	44,97±0,75	13±0,67	2,83±0,02
	2,0	139±0,33	66±0,88	47,87±0,74	14±0,33	2,85±0,01
	2,5	133±1,73	72±1,15	54,13±1,39	15±0,00	2,89±0,01
	3,0	130±1,53	69±1,20	53,33±1,10	14±0,33	2,87±0,01
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub>	1,5	152±3,28	81±2,91	53,13±0,78	17±0,33	3,25±0,01
	2,0	145±2,60	82±2,31	56,40±0,59	19±0,33	3,30±0,00
	2,5	144±1,53	91±3,18	62,70±1,67	20±0,00	3,48±0,02
	3,0	140±2,08	85±2,65	60,67±0,99	19±0,33	3,38±0,01
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub>	1,5	166±3,61	89±3,93	53,57±0,43	18±0,33	3,43±0,02
	2,0	159±3,76	92±2,60	57,93±0,26	19±0,58	3,55±0,04
	2,5	152±2,19	98±2,65	64,60±0,84	20±0,33	3,79±0,10
	3,0	148±2,33	94±3,18	63,83±1,16	20±0,58	3,63±0,04
НСП <sub>05</sub> : фактора А		2,54	1,56	0,65	0,41	0,04
фактора В		2,93	1,81	0,75	0,47	0,04
взаимодействие факторов АВ		5,08	3,13	1,30	0,81	0,08

Потенциальная способность растений горчицы формировать бутоны, цветки и плоды велика, но ее реализация существенно зависит от внешних факторов. Так, изучаемые приемы агротехники существенно влияли на формирование цветков и плодов. Максимальное число стручков на 1 растении отмечается при норме высева семян 2,5 млн шт/га на фоне внесения удобрений N<sub>70</sub>P<sub>40</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>, соответственно, 91±3,18 и 98±2,65 шт/1 растение (табл. 1).

Зависимость урожайности семян от числа цветков характеризуется средней степенью корреляционной сходимости, на что указывает коэффициент корреляции  $r = 0,53-0,56$  (табл. 2). Многолетние исследования показали, что применяемые дозы минеральных удобрений и нормы высева семян горчицы на бурых полупустынных почвах Калмыкии позволяют получать урожайность семян от 0,6 до 2,2 т/га. Проведенный анализ эффективности действия каждого фактора, а также их совместного влияния показал: максимальная урожайность семян получена при норме высева 2,5 млн шт/га – 0,94-2,15 т/га. Уменьшение нормы высева до 1,5 млн. шт/га вызывает снижение урожайности в среднем на 24,3-28,7%, а увеличение нормы высева – на 9,8-11,0%. При внесении N<sub>100</sub>P<sub>60</sub> увеличивается прибавка на 64-78 % по сравнению с контролем (без удобрений).

### 2. Корреляционная зависимость продуктивности горчицы сарептской от элементов структуры урожая

Показатель	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции (г)
Высота растений, см	$y = -0,369 + 1,76x$	0,84-0,91
Число веточек на 1 растении	$y = -0,029 + 0,2305x$	0,53-0,90
Число цветков на 1 растении	$y = -1,07 + 0,1705x$	0,53-0,56
Число стручков на 1 растении	$y = -1,08 + 0,0304x$	0,93-0,99
Масса 1000 семян, г	$y = -2,03 + 1,05x$	0,95-0,97

На масличность семян большое влияние оказывает содержание в почве усвояемых растениями питательных веществ [2]. Жиры в растениях образуются из углеводов, и очень часто в семенах между содержанием белков и жиров наблюдается обратная зависимость: при большем содержании жиров количество белка в семенах уменьшается, и наоборот. Кроме того, суммарное содержание жиров и белка в семенах всех культур остается постоянным и практически не зависит от условий выращивания растений.

При внесении минеральных удобрений содержание жиров в семенах значительно повышается. Азотные удобрения усиливают интенсивность синтеза белков, в результате количество белков в семенах повышается, а содержание жиров снижается. Однако, не следует полагать, что азотные удобрения не нужны при выращивании масличных культур. При недостатке азота наблюдаются слабый рост растений и недостаточное развитие ассимиляционной поверхности, в результате в пери-

од созревания в растениях образуется мало углеводов, урожай бывает ниже, с малым количеством жира в семенах. При повышении фосфорного питания, особенно в период цветения и созревания семян, содержание жиров в семенах увеличивается. Отметим, что наибольшее содержание масла было получено в вариантах с уровнем минерального питания N<sub>100</sub>P<sub>60</sub> и нормой высева семян 2,5 млн шт/га - 43,35-44,30%. Уменьшение нормы высева семян до 2,0-1,5 млн шт/га приводило к снижению масличности на 0,35-1,89% (рис.).

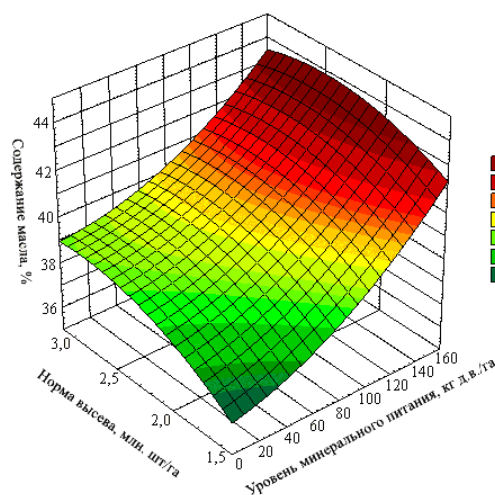


Рис. Зависимость масличности семян горчицы сарептской от уровня минерального питания и норм высева

### 3. Фактические и модельные данные масличности семян горчицы сарептской

Уровень минерального питания, кг д.в./га-фактор А	Норма высева семян, млн шт/га-фактор В	Содержание масла, %		Расхождение, %
		фактическое	расчетное	
Без удобрений	1,5	36,17	36,4	0,6
	2,0	38,02	38,0	-0,1
	2,5	39,17	38,8	-0,8
	3,0	38,80	38,9	0,4
N <sub>70</sub> P <sub>40</sub>	1,5	40,02	40,2	0,3
	2,0	40,75	41,4	1,7
	2,5	41,29	42,0	1,7
	3,0	41,07	41,8	1,7
N <sub>100</sub> P <sub>60</sub>	1,5	42,25	43,5	2,9
	2,0	43,13	44,6	3,4
	2,5	44,10	45,0	2,1
	3,0	43,59	44,6	2,4
НСП <sub>05</sub> : фактора А		1,45		0,30
фактора В		1,68		0,35
взаимодействие факторов АВ		2,90		0,60

Полученная модель нелинейной зависимости масличности семян горчицы сарептской от уровня азотного питания и нор-

мы посева показывает, что расхождения между фактическими данными и результатами расчета по модели составляют менее 4% (табл. 3).

Масличные культуры – ценный источник белковых веществ. Белки состоят из аминокислот. Многие аминокислоты не входят в состав белков, а содержатся в растениях лишь в свободном состоянии, однако процессы их обмена тесно связаны с превращениями аминокислот, входящих в состав белковых веществ, и, следовательно, с общими процессами белкового обмена в растениях [2]. Содержание масла в семенах горчицы, %, равно:

$Y = 26,9818 + 0,021X + 8,5459H + 0,0002X \cdot X - 0,0058XH - 1,52H \cdot H$ , где X – уровень минерального питания, кг д.в./га; H – норма посева семян, млн шт/га.

#### 4. Содержание аминокислот в маслосеменах горчицы сарептской при разном уровне минерального питания, мг/100 г маслосемян

Аминокислоты	Без удобрений (контроль)				N <sub>70</sub> P <sub>40</sub>				N <sub>100</sub> P <sub>60</sub>			
	норма посева семян, млн шт/га				норма посева семян, млн шт/га				норма посева семян, млн шт/га			
	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<i>Незаменимые, в том числе:</i>	2160	2090	2040	2070	2330	2270	2220	2215	2330	2190	2100	2105
лизин	290	260	260	260	670	750	750	740	660	630	630	635
триптофан	480	480	310	400	390	270	230	245	400	380	300	310
валин	500	500	520	520	470	500	480	480	520	450	450	450
лейцин	510	500	580	540	460	420	420	420	430	420	420	410
фенилаланин	380	350	370	350	340	330	340	330	320	310	300	300
<i>Заменимые, в том числе:</i>	9620	9570	9480	9510	11000	10660	10460	10580	11990	11760	11810	11890
аргинин	570	520	540	530	470	420	430	420	450	410	440	430
гистидин	120	110	120	120	90	100	90	90	80	80	90	90
аспарагиновая кислота	2110	1940	1930	1940	2800	2830	2740	2800	4000	3830	4000	4000
глутаминовая кислота	1760	1740	1780	1780	1360	1330	1320	1320	1180	1140	1170	1160
сарказин	1200	1230	1270	1250	1120	1140	1200	1180	1130	1130	1180	1180
глицин	220	220	220	220	140	150	120	130	80	100	90	90
серин	1160	1450	1220	1310	1610	1510	1180	1280	1830	1960	1570	1740
пролин	460	510	510	510	330	300	300	300	260	210	210	210
аланин	730	760	730	750	660	670	660	660	530	500	570	520
тирозин	1290	1090	1160	1100	2420	2210	2420	2400	2450	2400	2490	2470
<i>Общее число аминокислот</i>	11780	11660	11520	11580	11330	12930	12680	12795	14320	13950	13910	13995

Норма посева также влияет на изменение содержания аминокислот в маслосеменах. Так, в варианте с нормой посева семян 2,5 млн шт/га содержание общего количества аминокислот меньше на 40-410 мг/100 г по сравнению с другими нормами посева, так как увеличивается масличность семян.

**Заключение.** Результаты наших исследований показали, что одним из основных условий реализации потенциала продуктивности горчицы в рисовом севообороте является формирование оптимальной густоты посевов. Наибольший урожай маслосемян 2,20 т/га формируется при норме посева 2,5 млн шт/га на фоне N<sub>100</sub>P<sub>60</sub>. На накопление и содержание масла в семенах горчицы большое влияние оказывают уровень минерального питания, норма посева и метеоусловия в период цветения – зеленый стручок. Самая высокая масличность семян – 36,56-44,30% получена при внесении N<sub>100</sub>P<sub>60</sub> и норме посева семян 2,5 млн шт/га.

#### PRODUCTIVITY AND SEEDS QUALITY PARAMETERS OF BROWN MUSTARD IN RICE CROP ROTATIONS OF KALMYKIA

V.V. Borodychev<sup>1</sup>, E.B. Dedova<sup>2</sup>, G.N. Konieva<sup>2</sup>, V.V. Tsybulin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Volgograd Branch, Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, ul. Timiryazeva 1, Volgograd, 400002 Russia

<sup>2</sup>Kalmyk Branch, Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, I. Gorodovikova 1, Elista, 358011 Republic of Kalmykia, Russia

E-mail: kf\_vniigim@mail.ru, vkovniigim@yandex.ru

The effect of mineral nutrition levels and sowing rates on the productivity, oil content, and amino acid composition in seeds of brown mustard grown on residual moisture after rice in a rice crop rotation in the semidesert area of Kalmykia has been studied.

Keywords: rice crop rotation, brown mustard, mineral nutrition level, sowing rate, yield, oil content, amino acids.

При увеличении содержания жиров, уменьшается количество белков. Определение аминокислотного состава маслосемян проводили методами тонкослойной хроматографии (одномерной и двумерной) на пластинах. Так, в наших опытах при увеличении содержания удобрений уменьшается количество аргинина (570-450 мг), гистидина (120-80 мг), глутамина (1780-1140 мг), сарказина (1270-1130 мг), глицина (220-90 мг), пролина (510-210 мг), аланина (730-500 мг), валина (520-450 мг), трионина (480-300 мг), лейцина (580-420 мг), фенилаланина (380-300 мг), а содержание таких аминокислот как лизин, серин, тирозин увеличивается в 2-3 раза, т.е. при повышении доз удобрений увеличиваются содержание масла и общее число аминокислот в маслосеменах горчицы (табл. 4).

#### Литература

1. Бородычев В.В., Дедова Э.Б., Адыев С.Б. и др. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – 224 с.
2. Минкевич И.А., Борковский В.Е. Масличные культуры. – М.: Сельхозгиз, 1952. – 580 с.
3. Рекомендации по возделыванию сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности. /О.В. Демкин, С.Б. Адыев, Э.Б. Дедова и др. – Элиста: КФ ГНУ ВНИИГим, 2007. 38 с.
4. Дедова Э.Б., Адыев С.Б. Мелиорирующая роль сопутствующих культур рисовых севооборотов Калмыкии //Плодородие. – №4 (37). – 2007. – С 44-45.
5. Кониева Г.Н., Дедова Э.Б. Основные факторы повышения плодородия рисовых полей Калмыкии // Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. – М., 2004. – С.61-62.