

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ПОСЕВА ГОРЧИЦЫ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ

**В.В. Бородычев, чл.-корр., д.с.-х.н., М.Н. Лытов, к.с.-х.н., В.В. Цыбулин,
Волгоградский филиал ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова**

Приведены опытные данные, показывающие возможность устойчивого формирования урожайности маслосемян горчицы сарептской при возделывании в системе рисового севооборота. Разработан способ посева и проведена оптимизация элементов агротехники горчицы, позволяющих в совокупности использовать её в качестве страховой культуры. Показано, что наибольший устойчивый уровень продуктивности горчицы обеспечивается при внесении удобрений дозой $N_{80}P_{40}$, а наибольшая окупаемость удобрений прибавкой урожая – дозой $N_{40}P_{10}$, обеспечивающей получение до 1,86 т/га маслосемян.

Ключевые слова: горчица сарептская, удобрение, рисовый севооборот, потенциал продуктивности, страховая культура, способ посева.

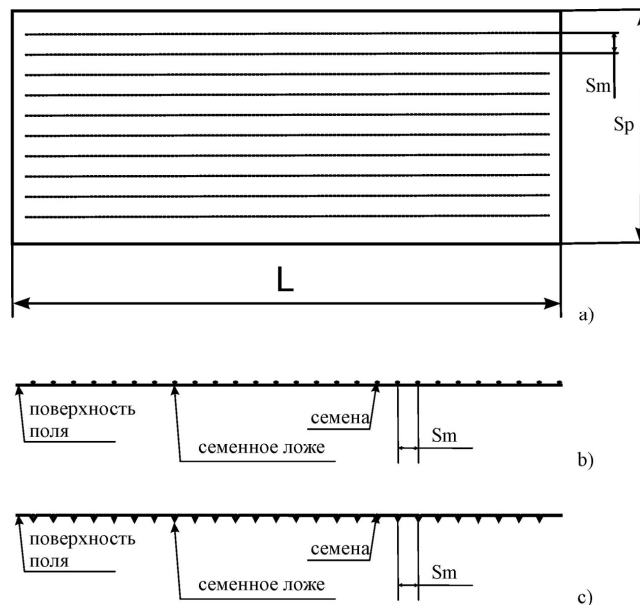
Отличительные особенности горчицы сарептской от других капустных масличных культур – засухоустойчивость, слабая восприимчивость к болезням и устойчивость к осыпанию семян. Это позволяет возделывать ее в засушливых регионах страны – Волгоградской, Саратовской, Ростовской, Новосибирской, Омской областях, Ставропольском крае и Республике Калмыкия [1]. При размещении в благоприятных климатических условиях, на высоком агрофоне горчица сарептская даёт до 2,5 т/га высококачественных маслосемян. Однако климатические особенности перечисленных регионов, недоиспользование эффективных элементов зональных технологий возделывания не позволяют полностью реализовать продуктивный потенциал этой культуры. Практикуемое в Республике Калмыкия возделывание горчицы в чеках после риса позволяет использовать дополнительные ресурсы влаги, однако фактическая урожайность при этом изменяется от 0,6 до 1,4 т/га, в основном не превышая 1,0 т/га [2, 3]. Одна из причин слабой реализации потенциала продуктивности горчицы сарептской в рисовых чеках заключается в трудности создания оптимальной, равномерной структуры агроценоза.

Цель исследований – изучить возможности использования горчицы сарептской в качестве страховой культуры, вводимой в рисовый севооборот, когда невозможно проведение основной обработки почвы после уборки основной культуры.

Методика. Для достижения поставленной цели был апробирован новый способ посева горчицы – по мерзлоталой почве. Суть предлагаемых усовершенствований проиллюстрирована на рисунке 1. При обычной технологии посева семена горчицы распределяются по поверхности поля в расчете на подтапливание семенного материала при оттаивании почвы. В природных условиях Республики Калмыкия это обеспечивается не всегда. Территория республики подвержена действию неблагоприятных метеорологических явлений, оказывающих существенное влияние на полевую всхожесть горчицы сарептской. Сильные ветры, часто наблюдающиеся в ранневесенний период, быстро подсушивают верхний слой почвы, что негативно сказывается на прорастании семян. Верхний слой почвы из мерзлого состояния быстро переходит в сухое и семена горчицы просто не успевают «зацепиться». В результате нарушается структура агроценоза, недоиспользуются площади питания, снижается урожайность маслосемян.

В разработанной технологии посева горчицы предлагается создавать микробороздки, в которые подается семенной материал. Семена в этом случае попадают в микропонижения, в которых при оттаивании почвы скапливается влага, что соз-

дает благоприятные условия для прорастания семян. Микробороздки создаются простым начерчиванием по мерзлоталой почве рабочим органом, установленным непосредственно перед сошником сеялки.



Условные обозначения:

L – длина участка, Sp – ширина участка, Sm – ширина междурядий;
 а – общий вид; б – способ посева с распределением семян по поверхности мерзлоталой почвы; в – способ посева с поделкой в мерзлоталой почве микробороздок и распределением семян по бороздкам

Рис. 1. Способ посева горчицы сарептской по мерзлоталой почве

Эффективность предложенного способа посева горчицы по мерзлоталой почве исследовали в трехфакторном полевом опыте, где фактор А представлен двумя вариантами: А₁ (контроль) и А₂ (предложенный способ посева). По фактору В (ширина междурядий) было заложено три варианта с расстоянием между рядами 0,15 м (вар. В₁), 0,30 м (вар. В₂) и 0,45 м (вар. В₃). Эффективность сочетания факторов А и В исследовали при четырех уровнях минерального питания: 1 – без удобрений (вар. С₁); 2 – при внесении минеральных удобрений дозой $N_{40}P_{10}$ (вар. С₂); 3 – дозой $N_{80}P_{40}$ (вар. С₃); 4 – дозой $N_{120}P_{70}$ (вар. С₄). Исследования проводили в рисовом севообороте (предшественник – рис) в чеках ГУП «50 лет Октября» Октябрьского района Республики Калмыкия с районированным сортом горчицы сарептской Ракета. Почвы опытного участка бурые, типичные для региона. Плотность пахотного слоя 1,24-1,27 т/м³, пористость 49-50 %, содержание легкогидролизуемого азота 21-26 мг/кг почвы, подвижного фосфора 36,2-37,8, обменного калия 385-445 мг/кг почвы. Опыт был заложен методом расщепленных делянок. Площадь учетной делянки, образованной сочетанием вариантов всех трех факторов, 180 м², площадь всех вариантов опыта в одной повторности – 0,54 га, площадь опытного участка – 2,16 га. Общее содержание гумуса и доступных форм фосфора и калия определяли стандартными методами (ГОСТ 26205, ГОСТ 26213),

легкогидролизуемого азота – методом Тюрина и Кононовой в модификации Кудеярова.

Результаты и их обсуждение. Исследования подтвердили возможность повышения продуктивности страховых посевов горчицы в рисовых чеках при внедрении нового способа посева по мерзлоталой почве (табл.). В среднем за годы исследований на участках, где посев горчицы проводили обычным способом, урожайность маслосемян изменялась от 0,79 до 1,53 т/га, а при посеве предложенным способом – от 1,0 до 1,91 т/га. Посев по предложенному способу активизирует продукционный процесс горчицы и позволяет более эффективно использовать минеральные удобрения. Например, при внесении удобрений дозой $N_{40}P_{10}$, рассчитанной на формирование планируемой урожайности 1,5 т/га, фактическая урожайность маслосемян горчицы составила, в среднем, 1,54-1,70 т/га на участках, где посев проводили по предложенному способу, и не более 1,23-1,33 т/га – при посеве обычным способом.

Урожайность горчицы в зависимости от дозы удобрений при разных способах посева

Способ посева	Ширина междурядий, м	Уровень минерального питания, кг д.в/га	Урожайность, т/га				Прибавка урожай, т/га	Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг/кг
			2010 г.	2011 г.	2012 г.	В среднем		
Вариант А ₁ (контроль)	0,15	$C_1(0)$	0,78	0,89	0,71	0,79	–	–
	0,15	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,32	1,44	0,92	1,23	0,44	8,8
	0,15	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,60	1,73	1,01	1,45	0,66	5,5
	0,15	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,65	1,78	1,00	1,48	0,69	3,3
	0,3	$C_1(0)$	0,81	0,96	0,74	0,84	–	–
	0,3	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,43	1,58	0,98	1,33	0,49	9,8
	0,3	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,68	1,78	1,12	1,53	0,69	5,8
	0,3	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,65	1,83	1,10	1,53	0,69	3,3
	0,45	$C_1(0)$	0,75	0,96	0,68	0,80	–	–
	0,45	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,23	1,63	0,91	1,26	0,46	9,2
	0,45	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,55	1,84	0,98	1,46	0,66	5,5
	0,45	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,54	1,87	0,98	1,46	0,66	3,1
Вариант А ₁ (контроль)	0,15	$C_1(0)$	0,99	1,12	0,89	1,00	–	–
	0,15	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,48	1,69	1,44	1,54	0,54	10,8
	0,15	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,77	1,99	1,70	1,82	0,82	6,8
	0,15	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,73	2,02	1,68	1,81	0,81	3,9
	0,3	$C_1(0)$	1,05	1,17	0,96	1,06	–	–
	0,3	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,65	1,86	1,60	1,70	0,64	12,8
	0,3	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,87	2,12	1,73	1,91	0,85	7,1
	0,3	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,84	2,16	1,73	1,91	0,85	4,0
	0,45	$C_1(0)$	0,99	1,18	0,89	1,02	–	–
	0,45	$C_2(N_{40}P_{10})$	1,67	1,87	1,42	1,65	0,63	12,6
	0,45	$C_3(N_{80}P_{40})$	1,87	2,17	1,63	1,89	0,87	7,3
	0,45	$C_4(N_{120}P_{70})$	1,84	2,21	1,62	1,89	0,87	4,1
НСР ₀₅ , т/га	Фактор А		0,037	0,056	0,041			
	Фактор В		0,045	0,069	0,050			
	Фактор С		0,052	0,079	0,057			
	Пересечение ABC		0,127	0,194	0,141			

При внесении удобрений дозой $N_{80}P_{40}$, рассчитанной на формирование урожайности 2,0 т/га, фактически близкая к планируемому уровню урожайность формировалась при посеве предложенным способом. В среднем за годы исследований урожайность горчицы при таком сочетании факторов

составила 1,82-1,91 т/га, а в 2011 г. – достигала 1,99-2,17 т/га. При посеве обычным способом и внесении удобрений дозой $N_{80}P_{40}$ урожайность горчицы составила в среднем 1,45-1,53 т/га. Это определяет потенциальный уровень продуктивности горчицы сарептской при посеве обычным способом – 1,5 т/га, а при посеве предложенным способом – 2,0 т/га.

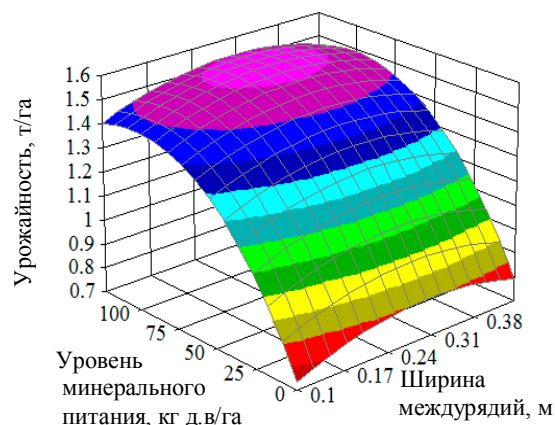
Изменение ширины междурядий и уровня минерального питания определяло существенную вариацию урожайности горчицы, как при обычном, так и при предложенном способах посева по мерзлоталой почве. Применение методов математической статистики позволило оценить совокупное влияние этих факторов и предложить статистическую модель для определения уровня продуктивности горчицы, описывающую установленные закономерности. Формально зависимость урожайности маслосемян от уровня минерального питания и ширины междурядий в посевах горчицы можно представить следующим выражением (рис. 2):

$$Y = a + bs + cs^2 + dN + eN^2 + fN^3,$$

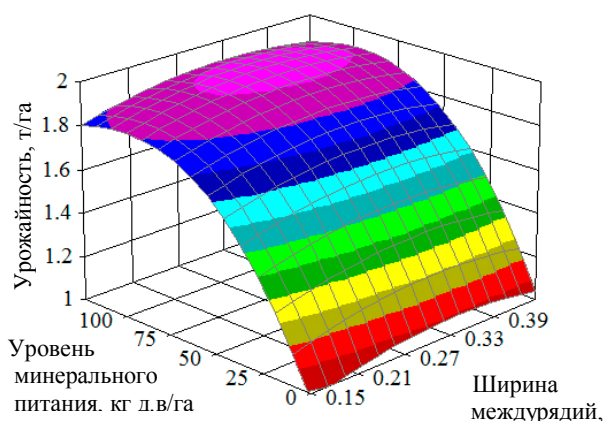
где Y – урожайность маслосемян горчицы, т/га, s – ширина междурядий, м; N – коэффициент, характеризующий режим дополнительного минерального питания, численно равный дозе вносимого минерального азота, кг д.в/га.

Параметры уравнения при посеве горчицы обычным способом следующие:

$$a = 0,58, b = 1,79, c = -2,94, \\ d = 0,015, e = -9,9 \cdot 10^{-5}, f = 1,5 \cdot 10^{-7}.$$



а



б

Рис. 2. Взаимосвязь урожайности, ширины междурядий и уровня минерального питания горчицы при посеве по мерзлоталой почве: а – обычным способом; б – предложенным способом (с поделкой микророзодок)

Для описания закономерностей, установленных при посеве горчицы по мерзлоталой почве предложенным способом (с поделкой микророзодок) минимальное расхождение с ре-

зультатами полевого опыта дает зависимость со следующими параметрами: $a = 0,73$, $b = 2,03$, $c = -3,0$, $d = 0,02$, $e = -0,0001$, $f = 2,9 \cdot 10^{-7}$. Коэффициент детерминации предложенных зависимостей составляет 0,84-0,89, что позволяет сделать вывод о возможности их практического применения.

Визуальный анализ поверхностей отклика на приведенном рисунке подтверждает пропорциональное повышение продуктивности горчицы с переходом на предложенный способ посева по мерзлоталой почве. При этом закономерности изменения урожайности с увеличением ширины междурядий и уровня минерального питания сохранялись в большей мере. В обоих случаях экстремум поверхности отклика обеспечивался при ширине междурядий 0,3 м. Из опытных данных табл. следует, что посев горчицы с шириной междурядий 0,45 м обеспечил лишь некоторое преимущество в хорошо удобренных вариантах в средневлажном 2011 г. Однако прибавка урожая до 0,06 т/га сравнима с ошибкой опыта, тогда как снижение урожайности на участках этого варианта в 2010 и 2012 г. (до 0,2 т/га) статистически доказано ($НСР_{05} = 0,04-0,06$ т/га). В сочетании с внесением минеральных удобрений дозой $N_{80}P_{40}$ посев горчицы по предложенному способу с шириной междурядий 0,3 м обеспечивал формирование наибольшей (1,91 т/га) урожайности маслосемян.

Наибольшая окупаемость вносимых удобрений прибавкой урожая маслосемян горчицы обеспечивалась при внесении в опытах минимальной дозы удобрений – $N_{40}P_{10}$. При этом каждый килограмм затраченных минеральных удобрений окупался 8,8-12,8 кг урожая маслосемян. Окупаемость удобрений прибавкой урожая в вариантах, где дозу внесения повышали до $N_{80}P_{40}$ снижалась до 5,5-7,3 кг/кг, а при внесении $N_{120}P_{70}$ не

превышала 3,1-4,1 кг/кг. Наибольшая прибавка урожая на каждый затраченный килограмм удобрений обеспечивалась при использовании предложенного способа посева с шириной междурядий 0,3 м и дозы удобрений $N_{40}P_{10}$.

Закключение. Внедрение предложенного способа посева по мерзлоталой почве в сочетании с применением обоснованных доз удобрений позволяет повысить урожайность страховых посевов горчицы в системе рисовых севооборотов до 2,0 т/га. Для формирования устойчивого производства маслосемян с выходом на максимальную (1,73-2,12 т/га) продуктивность и коэффициентом вариации урожайности по годам 8,3-15,8 % при возделывании горчицы в страховых посевах рисовых севооборотов, наряду с внедрением предложенного способа посева необходимо использовать минеральные удобрения в дозе $N_{80}P_{40}$, а посев проводить с шириной междурядий 0,3 м. При прочих равных условиях наибольшая окупаемость удобрений прибавкой урожая маслосемян обеспечивается при внесении $N_{40}P_{10}$, что позволяет выходить на устойчивый уровень продуктивности горчицы 1,60-1,86 т/га.

Литература

1. Медведев, Г.А. Горчица / Г.А. Медведев, Н.Г.Екатери́ничева, Д.Е.Михальков. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – 151 с.
2. Боро́дычев, В.В. Эколого-энергетическая эффективность рисовых агроландшафтов Сарпинской низменности / В.В. Боро́дычев, А.В. Левина, Э.Б.Дедова, Е.Н.Очирова // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 21-22
3. Цыбу́лин, В.В. Инновационные приемы возделывания горчицы сарептской в системе рисового севооборота / В.В.Цыбу́лин, В.В. Боро́дычев, М.Н. Лытов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – №4. – С. 8-12.

EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS AT DIFFERENT METHODS OF SOWING MUSTARD IN RICE PADDIES

V.V. Borodychev, M.N. Lytov, V.V. Tsybulin

*Volgograd Branch of the Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration,
ul. Timiryazeva 9/36, Volgograd, 400002 Russia, E-mail: vkovniugim@yandex.ru*

It has been experimentally shown that the sustainable yield of mustard oilseeds of 1.73–2.12 t/ha can be formed in a rice crop rotation. A planting method has been developed, and the mustard cultivation technology has been optimized, which allowed using mustard as an insurance crop in the rice crop rotation. It has been shown that the highest sustainable level of mustard productivity is ensured at a fertilizer rate of $N_{80}P_{40}$, and the highest recoupment of fertilizers by yield gain at a fertilizer rate of $N_{40}P_{10}$, which ensures obtaining an oilseed yield of 1.60–1.86 t/ha.

Keywords: mustard, fertilizer, rice crop rotation, productivity potential, insurance crop, sowing method.