

ГРНТИ: 68.33.29

DOI: 10.51886/1999-740X_2024_2_65

Б.Н. Хамзина¹, Е.Т. Нурманов^{1*}**ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ГОРЧИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени С.Сейфуллина, 010011, г. Астана, пр. Женис, 62, *e-mail: nur.erbol@inbox.ru

Аннотация. В статье дается оценка одной из перспективных и ценных масличных культур – горчице, выращивание которой предусмотрена программой диверсификации зернового производства Казахстана, в частности, растениеводства. Выявлено, что условия минерального питания горчицы в степной зоне Северного Казахстана были не изучены. Поэтому были заложены полевые опыты по изучению оптимизации условий минерального питания горчицы. Представлена 14 вариантная схема для создания различных уровней содержания в почве фосфора и азота с целью определения количественной взаимосвязи между уровнем содержания элементов питания в почве и продуктивностью сортов горчицы. Во все годы исследования горчица развивалась в условиях дефицита фосфора в почве, средней обеспеченности азотом и только по калию - повышенной. Внесение азотно-фосфорных удобрений способствовало повышению содержания азота нитратов и подвижного фосфора в почве в 2-3 раза и определялось количеством внесенных удобрений. Продуктивность горчицы на естественном неудобренном фоне была низкой, она зависела от дозы удобрений, влажности почвы, исходного содержания элементов питания. Этим и объясняется неоднозначная реакция горчицы на внесение одних и тех же видов, доз и сочетаний удобрений.

Ключевые слова: горчица, чернозем южный, нитратный азот, подвижный фосфор, минеральные удобрения, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Агропромышленный комплекс страны (АПК) - это совокупность отраслей экономики государства и страны, объединяющая сельское хозяйство, ряд отраслей промышленности, напрямую связанных с сельским хозяйством отрасли экономики, принимающие участие в производстве сельскохозяйственной продукции, доводимой до конечного потребителя. Включает в себя производство, перевозку, хранение, переработку, поставку сельскохозяйственной продукции, а также обеспечение сельского хозяйства техникой, химикатами и удобрениями, необходимыми для сельскохозяйственного производства. Развитию в стране крупных сельскохозяйственных хозяйств способствуют природные условия и наличие огромного земельного фонда с обширными площадями сельскохозяйственных угодий, куда входят пашни, пастбища, выгоны. Северные регионы в

основном специализируются на выращивании зерновых, масличных, крупяных, зерно-бобовых культур, а южные, в условиях орошения - плодово-ягодных культур, овощей, хлопка и т.д. [1].

Учитывая высокую долю площадей яровой пшеницы, на современном этапе производства сельскохозяйственной продукции в стране расширение ассортимента выпускаемой продукции происходит за счет внедрения новых инновационных технологий, введения в оборот наиболее перспективных культур. Как отметил Президент страны К. Токаев в своем послании народу Казахстана в 2023 году «...необходимо диверсифицировать посевы, увеличить площади высокорентабельных культур, сократить водоемкие и монокультурные посевы». Эта трансформация является итогом государственной программы по диверсификации растениеводства и увеличения площадей таких сельскохозяйственных культур, как кор-

мовые, пропашные и масличные. Кроме того, она способствует удовлетворению потребностей рынка сбыта республики и мировых тенденций [1].

Интерес сельхозпроизводителей и перерабатывающей промышленности, в частности, к масличным культурам ведет к ужесточению конкуренции и уменьшению посевных площадей ряда зерновых и кормовых культур [2,3]. Увеличение их площади в стране позволит обеспечить полную загрузку перерабатывающих мощностей и выпуск продукции с высокой добавленной стоимостью. Это касается как традиционных для Казахстана культур - подсолнечника, хлопчатника, льна, так и пока занимающих небольшие площади, но активно развивающихся, сои, рапса, сафлора, горчицы и других культур. Они могут давать большие урожаи исходя из потенциала урожайности районированных сортов и конкурировать с зерновыми по выпуску продуктов их переработки.

Растущий мировой спрос на масличную продукцию стимулирует выращивание тех или иных видов масличных культур. Одной из таких ценных масличных культур является горчица, которая выращивается на площади 35,4 тыс. га в 6 областях нашей республики [4], что свидетельствует о важном ее народно-хозяйственном значении и вхождении в пятерку основных масличных культур в мире после сои, рапса, подсолнечника и льна масличного [5].

Биологические особенности горчицы показывают, что ее используют, как пищевое, лекарственное, кормовое, сидеральное, масличное и медоносное растение. Это засухоустойчивая культура позволяет при продвижении на север сократить вегетационный период, и выращивать ее в умеренно-засушливой и сухостепной зонах севера республики. Поэтому, используя присущие каждой почве свои показатели плодородия: количественное содержание и

состав гумуса, её биологическая активность, агрономические, водные, физические, химические, физико-химические, минералогические и другие свойства есть необходимость в полной мере удовлетворить требования культур. Условия оптимизации условий минерального питания подразумевают обеспечение растений всеми необходимыми для его жизнедеятельности элементами и не только в необходимом количестве, но и соотношении. Создание оптимальных условий питания растений, позволяет реализовать генетический потенциал сорта и получить максимально возможную в складывающихся условиях продуктивность. В результате изучения ранее проводимых научных исследований по данному вопросу выявлено, что по горчице подобные исследования ранее в степной зоне Северного Казахстана не проводились. Они и были положены в основу исследований по горчице [6].

Различные культуры, в силу своих биологических особенностей требуют различного уровня насыщения почв элементами питания. Способность почв удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде и других факторах жизнедеятельности растений является главным ее достоинством показателем плодородия. Недостаток или избыток элементов приводит к несбалансированности питания, что отрицательно сказывается на продуктивности и качестве культур [7].

Этот комплекс вопросов на основании многолетних данных хорошо отработан для зерновых [8] и ряде других культур [9].

На примере зерновых культур были определены основные факторы, определяющие продуктивность культур. Это гумус, содержание доступных форм азота, фосфора, калия, рН, Са, Mg, влагообеспеченность [10].

В данное время имеется достаточно данных отечественных и зару-

бежных исследователей по вопросам агротехнических условий возделывания горчицы, способам посева, селекции [11-13]. Имеются также данные по отзывчивости горчицы на минеральные и органические удобрения [14-16]. Однако эти работы полностью не раскрывают требования горчицы к условиям оптимизации минерального питания и отзывчивости на внесение минеральных удобрений. Необходимо разработать приемы управления почвенным плодородием в конкретных почвенно-климатических условиях. Для решения этих задач необходимо изучить биологические особенности горчицы, их отзывчивость на минеральные удобрения в специфических климатических условиях Северного Казахстана. В настоящее время эти вопросы актуальны и их недостаточное изучение не дает возможность объективно оценить важность культуры. В условиях степной зоны Северного Казахстана нами впервые изучалась отзывчивость горчицы на минеральные удобрения, их влияние на ее продуктивность и качество семян.

Учитывая вышеизложенное, следует отметить, что горчица является культурой, выращивание которой в Северном Казахстане станет одним из путей дальнейшего подъема сельского хозяйства нашей страны в условиях диверсификации и повышения плодородия почв, обеспечения непрерывного роста урожаев, что является основной задачей сельскохозяйственного производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2019-2021 гг. на опытных полях ТОО «Никольское» Буландинского района Акмолинской области, расположенных в степной зоне Северного Казахстана. Почвенный покров участка - чернозем южный карбонатный. Мощность гумусового горизонта составляет 45-47 см. Для того, чтобы дать оценку морфологическим признакам чернозема южного карбонатного был заложен (12.05.2019 г.)

почвенный разрез (координаты 52°13'15"N 70°32'29"E) и проведено морфогенетическое описание. Рельеф - плоская равнина.

Опыты закладывались по 14 вариантной схеме, в трехкратной повторности, где были изучены 7 уровней фосфора (0; P₆₀; P₉₀; P₁₂₀; P₁₅₀; P₁₈₀; P₂₁₀), 3 азота (0; N₃₀; N₆₀) и 5 парных сочетаний (P₉₀N₃₀; P₆₀N₆₀; P₁₂₀N₆₀; P₁₂₀N₉₀; P₁₅₀N₉₀). В качестве азотных удобрений применялась аммиачная селитра (34,6%), из фосфорсодержащих удобрений - аммофос (52% P₂O₅, 11-12% N).

Агротехника в опытах общепринятая для зоны Северного Казахстана. Аммофос вносился осенью на глубину 18-20 см. Посев горчицы проводился посевным комплексом Bourgault 3710. Норма высева семян горчицы - 10 кг/га. Высевался сорт Профи [17].

Площадь одной делянки - 54 м² (12 x 4,5 м). Все технологические операции проводились механизировано, кроме учета урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемый участок расположен в умеренно-засушливой зоне, с резкой сменой температуры воздуха и с малым количеством атмосферных осадков за сельскохозяйственный год (средние многолетние - 365 мм).

Неустойчивость элементов погоды в годы проведения исследований (2019-2021 гг.) были достаточно характерными для климата степной зоны Северного Казахстана. Они отличались по количеству и характеру распределения осадков и температурному режиму.

Метеорологические условия в годы исследований существенно отличались между собой (таблица 1). По количеству осадков все годы были засушливыми и крайне неравномерно распределены по месяцам и периодам. Недобор осадков наблюдался в период вегетации культуры, что сильно отразилось на росте и развитии растений. За

вегетационный период в сумме по сред-немноголетним данным из 177 мм осадков в 2019 году выпало всего 102 мм, недобор составил больше 70 мм (58% от нормы). Более благоприятным и близким к среднемноголетней норме были июнь и июль месяцы (113,7 мм осадков) 2020 года, несмотря на отсутствие осадков за май месяц (2,6 мм), что в последующем положительно отразилось на росте и развитии растений. 2021 год был острозасушливым, где за июнь-август выпало всего 42 мм, что на

98 мм меньше от нормы. Характерным для них был недостаток тепла в весенне-летний период.

Среднесуточная температура воздуха превысила среднюю многолетнюю в 2020 и 2021 гг. на 1,0-1,6°C. В период от начала фазы розетки до полной спелости горчицы осадки выпадали в незначительных количествах, что в сочетании с высокой дневной температурой привело к ухудшению питания растений, отрицательно сказалось на продуктивности сортов горчицы.

Таблица 1 – Климатические показатели в годы исследований (по данным Алтындинской метеостанции)

Годы	Осадки, мм					Среднесуточная температура воздуха, °С				
	месяцы									
	май	июнь	июль	август	за V-VIII	май	июнь	июль	август	за V-VIII
Средне-много-летние	37,0	37,0	66,0	37,0	177,0	12,7	18,3	19,5	17,5	17,0
2019	7,0	16,8	45,0	34,0	102,8	11,7	15,7	19,9	17,9	16,3
2020	2,6	54,9	58,8	26,3	142,6	16,3	17,5	19,4	18,8	18,0
2021	59,0	19,0	8,0	15,0	101,0	17,5	17,4	19,9	19,7	18,6

Учитывая выпавшие осенне-весенние осадки, запасы продуктивной влаги в метровом профиле полевых участков 2019-2021 гг. составили соответственно 169,0, 179 и 131,0 мм.

Метеорологические условия существенно отразились как на почвенных процессах, так и особенностях роста и развития растений, формировании урожая горчицы. Условия почвенного

питания в годы исследований складывались по-разному. В таблице 2 показано исходное содержание элементов питания в почве перед посевом горчицы. Как видно из таблицы во все годы горчица развивалась в условиях дефицита фосфора в почве, средней обеспеченности азотом и только по калию - повышенной.

Таблица 2 - Динамика элементов питания в почве перед посевом горчицы

Слой почвы, см	Годы исследований								
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
	N-NO ₃ , мг/кг			P ₂ O ₅ , мг/кг			K ₂ O, мг/100 г		
0-20	10,8	14,8	15,0	21,5	20,6	19,2	553	585	575
20-40	8,3	11,3	8,3	6,8	7,6	7,0	428	558	419
0-40	9,6	13,0	11,7	14,2	14,1	13,1	491	572	497
40-60	5,6	8,3	5,6	5,2	5,4	5,3	322	532	325
60-80	4,7	5,6	-	4,3	3,6	1,8	248	516	217
80-100	3,2	4,4	-	2,9	2,0	1,6	223	522	291

Внесение азотно-фосфорных удобрений способствовало повышению содержания азота нитратов и подвижного фосфора в почве в 2-3 раза и определялось количеством внесенных удобрений (таблица 3). В опытах по вариантам складывалась различная обеспеченность горчицы азотом и фосфором. От количества внесенных

удобрений зависело как содержание, так и соотношение элементов питания. Основную роль в питании азотом играл азот нитратов. Содержание азота нитратов по вариантам варьировало от 10,9 до 16,4 мг/кг почвы, а подвижного фосфора в интервале 19,0-21,0 на контроле до 21,8- 46,2 мг/кг на удобрённых вариантах.

Таблица 3 - Влияние удобрений на содержание элементов питания в почве перед посевом горчицы, мг/кг

Внесено	Годы исследований			
	2019	2020	2021	Среднее
Содержание N-NO ₃				
О	10,9	12,3	11,8	11,7
N ₃₀	12,2	14,4	13,5	13,4
N ₆₀	13,5	16,4	15,4	15,1
Содержание P ₂ O ₅				
О	20,6	21,0	19,0	20,2
P ₆₀	26,7	26,8	21,8	25,1
P ₉₀	29,1	31,7	25,6	28,8
P ₁₂₀	36,6	36,9	27,4	33,6
P ₁₅₀	39,7	39,4	32,0	37,0
P ₁₈₀	42,6	42,7	26,4	37,2
P ₂₁₀	44,6	46,2	32,7	41,2
P ₉₀ N ₃₀	31,5	30,5	25,1	29,0
P ₆₀ N ₆₀	30,3	30,2	28,6	29,7
P ₁₂₀ N ₆₀	31,5	32,5	31,6	31,9
P ₁₂₀ N ₉₀	35,6	44,6	33,0	37,7
P ₁₅₀ N ₉₀	37,6	44,3	33,5	38,5

Таким образом, обеспеченность азотом нитратов по вариантам опыта была средней, тогда как уровень фосфора в почве изменяется в зависимости от дозы внесенных минеральных удобрений в среднем (2019-2021 гг.) от низкого до высокого содержания в почве.

При исследовании влияния удобрений на урожайность сорта горчицы Профи выявлено следующее. Отмечено, что в годы исследований внесение фосфорных и азотно-фосфорных удобрений (таблица 4) повысили продуктивность горчицы. Вместе с тем, изменения в значении урожайности показали различное действие одной и той

же дозы по годам. Отдельно рассматривалось влияние минеральных удобрений на урожайность горчицы сорта Профи. Так, в 2021 году на азотных вариантах N₃₀ урожай был меньше контрольного на 0,2 ц/га, на N₆₀ – на 0,5 ц/га.

Типичным фактором влияния на урожай горчицы являются фосфорные, азотно-фосфорные удобрения и гидро-термический режим. Эффективность фосфорных удобрений хорошо проявилось в 2019 г., азотно-фосфорных - в 2021 г. Урожайность горчицы на контрольном варианте варьировала от 15,6 до 19,1 ц/га. Применение как фосфорных, так и азотно-фосфорных удобре-

ний повышает урожай горчицы до 16,6-30,9 и 16,7-35,2 ц/га, соответственно.

Кроме гидротермических условий на урожайность горчицы влияют и содержание элементов питания в почве. Повышение содержания фосфора в почве характерно при совместном внесении азотно-фосфорных удобрений $P_{90}N_{30}$ при содержании фосфора в почве в 2019 г. - 31,5 мг, где прибавка урожая сорта Профи составляет 11,1 ц/га, в 2020 году при $P_{60}N_{60}$ - 31,1 мг - 14,9 ц/га, а в 2021 году - $P_{120}N_{60}$, 31,1 - 8,8 ц/га. Применение фосфорных удобрений повысило содержание фосфора в почве до уровня «высокое» на вариантах P_{180} и P_{210} по сорту Профи и дало прибавку.

Применение азотно-фосфорных удобрений дало прибавку урожая по всем годам исследований. Наибольшая прибавка урожая наблюдалась на фоне

$P_{120}N_{60}$ - при содержании подвижного фосфора 31,5; 32,5; 31,6 мг/кг почвы соответственно по годам. Дальнейшее повышение содержания подвижного фосфора на фонах $P_{120}N_{90}$ и $P_{150}N_{90}$ снижало продуктивность горчицы. По внесению фосфорных удобрений ситуация была другая: в 2019 и 2021 году высокая прибавка урожайности была по варианту P_{150} при обеспеченности почвы фосфором 39,7 и 32,0 мг/кг почвы соответственно. В данном случае сохранилась такая же тенденция, что и по внесению азотно-фосфорных удобрений. Отсюда следует, что увеличение урожайности идет до определенного предела, внесение более высоких доз удобрений не оправдывается, так как это экономически не выгодно и не целесообразно.

Таблица 4 - Влияние минеральных удобрений на продуктивность горчицы, ц/га

Внесено	2019 г.		2020 г.		2021 г.		Среднее за 3 года	
	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%	Урожай на «0» и прибавка, ц	%
О-контроль	19,1	100,0	18,3	100,0	15,6	100,0	17,7	100,0
N_{30}	0,1	100,5	2,0	110,9	-0,2	98,7	0,6	103,4
N_{60}	1,6	108,4	2,1	111,5	-0,5	96,8	1,0	105,6
P_{60}	2,8	114,7	6,4	135,0	1,0	106,4	3,4	119,2
P_{90}	3,7	119,4	12,6	168,9	3,8	124,4	6,7	137,9
P_{120}	5,9	130,9	10,5	157,4	5,4	134,6	7,2	140,7
P_{150}	5,7	129,8	8,9	148,6	7,6	148,7	7,4	141,8
P_{180}	4,8	125,1	4,7	125,7	4,7	130,1	4,7	126,6
P_{210}	1,8	109,4	2,4	113,1	3,7	123,7	2,6	114,7
$P_{90}N_{30}$	11,1	158,1	12,7	169,4	1,1	107,1	8,3	146,9
$P_{60}N_{60}$	8,6	145,0	14,9	181,4	4,9	131,4	9,4	153,1
$P_{120}N_{60}$	10,7	156,0	16,9	192,3	8,8	156,4	12,1	168,4
$P_{120}N_{90}$	6,5	134,0	10,7	158,5	2,5	116,0	6,5	136,7
$P_{150}N_{90}$	4,2	122,0	12,2	166,7	1,3	108,3	5,9	133,3
HCP_{05}	1,68		1,6		1,7		1,7	
m%	0,58		0,55		0,59		0,6	

Одним из важных и основных показателей качества семян горчицы является содержание масла (жира). Положительное действие удобрений не ограничивается лишь урожайностью. Не менее важную роль играет и количество жира в зерне горчицы.

Наблюдения показали, что в целом азотные удобрения не способствовали повышению жира зерна горчицы. Более того, наблюдалась явная тенденция к его снижению независимо от уровня обеспеченности почв азотом. Фосфорные удобрения положительно влияли на накопление жира. Содержание жира варьировала от 35,6-37,5%. Наилучшие результаты получены соответственно по вариантам P₁₂₀, P₁₅₀, что говорит о реакции горчицы на почвенные условия. Таким образом, изучение качественных показателей семян горчицы, как масличность, требует дальнейших исследований по многим факторам: почвенно-климатические условия, особенности агротехники, сортовые различия, условия питания и т.д. Поэтому растущий интерес к горчице приводит к необходимости выращивания сортов, приспособленного к определенным почвенно-климатическим условиям местности, которые будут давать стабильно высокие урожаи семян и масла с единицы площади.

Из приведенных выше данных по продуктивности и качеству зерна горчицы видно насколько важно учитывать при внесении удобрений не только содержание, но и соотношение элементов, как в почве, так и в удобрениях.

Эффективность парных сочетаний была разной по годам и определялась теми же факторами, т.е. исходным содержанием и соотношением элементов.

Исследования показывают, что горчица, как и другие культуры, требует определенного уровня насыщения почв

элементами питания, что может быть достигнуто внесением удобрений с обязательным учетом исходного содержания элементов в почве. В этом отношении совершенно беспочвенны попытки некоторых исследователей найти наиболее эффективную - «универсальную» (а точнее шаблонную) дозу удобрений для данной культуры на все случаи.

Между содержанием элементов питания в почве и урожайностью горчицы установлена определенная количественная взаимосвязь, позволяющая определить оптимальные параметры основных агрохимических свойств почвы.

Наибольшей изменчивости под действием погодных и агротехнических факторов подвержено содержание влаги в почве, минерального азота и подвижного фосфора в большей степени определяющих формирование урожайности. Другие факторы, (рН, Са, Mg, и даже гумус) в меньшей степени влияли на урожай в силу слабого варьирования в пределах опыта.

Установление оптимального предела, а также количественных связей содержания P₂O₅ в почве с урожайностью и отзывчивостью на удобрения, позволят целенаправленно управлять питанием горчицы и плодородием почв, используя формулу оптимизации В.Г. Черненко [18-22]. Последнее подтверждается как результатами действия удобрений, о чем сказано выше, так и корреляционно-регрессионным анализом. Определение оптимальных уровней содержания в почве фосфора позволяет с высокой точностью, используя уже известную формулу: $D_p = (P_{opt} - P_{факт}) \cdot 10$ и рассчитать дозу удобрений которую необходимо внести чтобы создать оптимальные условия минерального

питания горчицы для формирования потенциально возможного урожая в складывающихся условиях увлажнения.

В наших исследованиях анализ оптимума содержания в почве при выращивании горчицы сорта Профи прослеживается следующим образом.

В 2019 году самый высокий урожай горчицы 24,5 ц/га формировался на фоне 32-34 мг P₂O₅ на кг почвы в слое 0-20 см. Эта связь подчиняется уравнению:

$$Y = -0,0282x^2 + 1,9902x - 10,489 \quad (1)$$

В 2020 году максимальную урожайность формировался на фоне – 30-32 мг P₂O₅ на кг почвы (r=0,96). Эта связь подчиняется уравнению

$$Y = -0,0657x^2 + 4,4786x - 46,908 \quad (2)$$

Высокая корреляционная связь (r=0,93) в 2021 году по этому же сорту позволила определить оптимальный фон – 28-30 мг P₂O₅ на кг почвы, где формировалась самая высокая урожайность – 21,5 ц/га. Эта связь подчиняется уравнению

$$Y = -0,0467x^2 + 2,908 - 23,655 \quad (3)$$

Таким образом, при расчете доз удобрений целесообразно использовать нижний предел оптимума для горчицы $Dp = (32 - P_{\text{факт.}}) * 10$ (4)

где 10 - эквивалент фосфорных удобрений на 1 мг/кг P₂O₅ в почве.

Проведенные исследования позволили изучить отношение горчицы к условиям почвенного питания; отзывчивость на удобрения, выявить основные факторы, определяющие их эффективность; установить количественную связь урожайности с основными агрохимическими свойствами почвы и определить их оптимальные параметры, обеспечивающие формирование потенциально возможного урожая в складывающихся условиях увлажнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных научных исследований определены опти-

мальные дозы минеральных удобрений при возделывании горчицы в условиях степной зоны Северного Казахстана с целью повышения продуктивности и повышения конкурентоспособности растениеводческой продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Горчица требовательна к условиям минерального питания в почве. Оценка обеспеченности почв доступными формами элементов питания растений имеет огромное значение для выработки наиболее оптимальной системы применения удобрений и получения максимальной экономической отдачи. Поэтому важно дать оценку элементам питания для растений, принимающие участие в основных функциях растительного организма и отметить, что они не все одинаково усваивают их из почвы и удобрений. Это необходимо учитывать при внесении минеральных удобрений.

Проведенные исследования на южных черноземах степной зоны показали, что горчица, исходя из биологических и генетических особенностей, предъявляет определенные требования к условиям минерального питания в почве. Для определения оптимального уровня элементов питания в почве и пути его достижения необходимо реализовать максимальный потенциал культуры.

Установлено, что для горчицы не может быть определенной одинаковой дозы минеральных удобрений, которая гарантировано давала бы в любых условиях высокий результат. В каждом конкретном случае она индивидуальна, и лучший результат дает та доза, которая может довести содержание элементов питания в почве до оптимального уровня. Минеральные удобрения при оптимальном внесении с учетом содержания элементов питания в почве дают существенную прибавку урожая горчицы.

В данных исследованиях впервые в условиях степной зоны Казахстана выявлено:

- урожайность горчицы находилась в прямой зависимости от климатических условий, в частности, от количества осадков и запасов продуктивной влаги в почве;

- отмечено, что засушливый климат степной зоны Казахстана не является препятствием для получения

достаточно устойчивого урожая семян горчицы при внесении удобрений - при низком содержании фосфора в почве на урожайность горчицы повлияли дозы фосфорных удобрений.

- установлена сильная степень корреляции между урожайностью горчицы и содержанием фосфора в почве ;

- выявлен оптимальный уровень содержания подвижного фосфора в слое 0-20 см - 30-32 мг/кг почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Республики Казахстан. Государственная программа развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2017-2021 годы: утв. 12 июля 2018 года, № 423//<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000423/history>.

2. Орынбасар Т. Диверсификация растениеводства в Республике Казахстан// Молодежный сборник научных статей «Научные стремления». – 2017. – № 21. – С. 86-87.

3. Гончаров С. В., Горлова Л. А. Масличные культуры: новые вызовы и тенденции их развития //Масличные культуры. – 2018. – №. 2 (174). – С. 96-100.

4. Посевные площади сельскохозяйственных культур под урожай 2022 года в Республике Казахстан. Статистика сельского, лесного, охотничьего и рыбного хозяйства за 2022 Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Б-03-09-Г (2022)//<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>.

5. Обзор масложировой отрасли государств-членов Евразийского экономического союза. Москва, 2017 г. - 216 с.

6. Nurmanov E.T., Khamzina V.N. Optimization of the mineral nutrition conditions of mustard. Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета. им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. - №1 (116). – P.62-72.

7. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Цыбулин В. Инновационные приёмы возделывания горчицы сарептской в системе рисового севооборота//Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. - 2013. - № 4 (32), - С. 8-12.

8. Виноградов Д.В. Продуктивность горчицы в зависимости от уровня минерального питания// Вестник РГАТУ. -2009. - №3. - С. 39-42.

9. [Electronic resource]: Parvaiz M.A., Mineral nutrition of mustard. Abstract thesis submitted to the Aligarh Muslim University, Aligarh, in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of. Doctor of philosophy in botany, Shodhganga: a reservoir of Indian theses inflienet. Access mode: <http://hdl.handle.net/10603/53926>, free.

10. Черненко В.Г. Влияние систематического внесения удобрений в севообороте на плодородие зерновых культур при интенсивных технологиях их возделывания// труды ВИУА: Применение удобрений и расширение воспроизводства плодородия почв. - М.: 1989 - С. 119-122.

11. Angelova V., Ivanov K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in

black mustard (*Brassica nigra* Koch)// Environmental monitoring and assessment. – 2009. – Т. 153. – С. 449-459.

12. Гузев А.И. Урожайность и качество семян горчицы сизой в зависимости от предшественников, способов основной обработки почвы и норм высева на каштановых почвах Саратовского Заволжья: дис.канд. с.-х. наук: 06.01.09/Ставрополь, - 2004. - 147 с.

13. И.Н.Гришанов. Возделывание масличных культур для производства кормов в лесостепной зоне Северного Казахстана: дис.канд. с.-х. наук: 06.01.09. Алматы, - 2009. - 116 с.

14. Дятлова М.В. Оптимизация элементов технологии возделывания масличных культур в условиях Курганской области: дис.канд.с.-х.наук/06.01.09.Курган, - 2005. - 146 с.

15. Василина Т. К. Влияние органических и минеральных удобрений на плодородие лугово-каштановой почвы и продуктивность горчицы в плодосменном севообороте орошаемой зоны юго-востока Казахстана: дис. канд. с.-х. наук/6D080800: Алматы, - 2012. - 99 с.

16. А.К.Умбетов, Р.Х.Рамазанова. Повышение продуктивности масличных культур короткоротационного плодосменного севооборота при биологизации земледелия// Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). Специальный выпуск: Международная научно-практическая конференция «Органическое сельское хозяйство в Республике Казахстан: настоящее и будущее». – 2016, - С.130-133.

17. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, Том 1. Сорты растений. Москва, - 2019, - 515 с.

18. Черненко В.Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане.- Астана, 2018. - С. 63.

19. Черненко В.Г. Диагностика и оптимизация условий фосфорного питания культур в богарных условиях Северного Казахстана // Материалы 8-го симпозиума ученых и агроэкологов «Агрохимэкокодружества». Белгород, 2013. «Совершенствование программы и методов агрохимических исследований». – Москва, 2014. – С. 29-50.

20. Черненко В.Г. Методика определения доз фосфорных удобрений. В кн. Классический университетский учебник для стран СНГ «Агрохимия» по ред. В.Г. Минеева. Гл. 9.2. – Москва, 2017. – С. 586-590.

21. Черненко В. Г., Ошакбаева Ж. Е., Серикпаева Ж. К. Реакция сафлора на условия фосфорного питания. "Сейфуллин оқулары– 14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру - жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары// Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения – 14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация - новый этап развития». -2018. - Т.1, Ч.1. - С.45-48

22. Черненко В.Т.,Нурманов Е.Т., Серикпаева Ж.К. Реакция сои на условия фосфорного питания С.Сейфуллин атындағы ҚазАТУ-ң Ғылым жаршысы// Вестник науки КазАТУ им. С.Сейфуллина. – 2012. - №1 (72).

REFERENCES

1. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan. State program for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2017-2021: approved. July 12, 2018, No. 423//<https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1800000423/history>.
2. Orynbasar T. Diversification of crop production in the Republic of Kazakhstan // Youth collection of scientific articles "Scientific aspirations". – 2017. – № 21. – pp. 86-87.
3. Goncharov S.V., Gorlova L.A. Oilseeds: new challenges and trends in their development // Oilseeds. – 2018. – No. 2 (174). – pp. 96-100.
4. Areas sown with agricultural crops for the 2022 harvest in the Republic of Kazakhstan. Statistics of agriculture, forestry, hunting and fisheries for 2022 Bureau of National Statistics Agency for Strategic Planning and Reforms of the Republic of Kazakhstan. B-03-09-G (2022)//<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/7>.
5. Review of the oil and fat industry of the member states of the Eurasian Economic Union. Moscow - 2017 - 216 p.
6. Nurmanov E.T., Khamzina B.N. Optimization of the mineral nutrition conditions of mustard. Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета. им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. - №1 (116). – P.62-72.
7. Borodychev V.V., Lytov M.N., Tsybulin V. Innovative methods of cultivating Sarepta mustard in the rice crop rotation system// News of the Nizhnevolzhsky Agro-University Complex. - 2013. - № 4 (32). - P 8-12.
8. Vinogradov D.V. Productivity of mustard depending on the level of mineral nutrition, - Bulletin of RSATU.- 2009. - № 3. - P. 39-42.
9. [Electronic resource]: Parvaiz M.A., Mineral nutrition of mustard. Abstract thesis submitted to the Aligarh Muslim University, Aligarh, in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of. Doctor of philosophy in botany, Shodhganga: a reservoir of Indian theses inflibnet. Access mode: <http://hdl.handle.net/10603/53926>, free.
10. Chernenok V.G. The influence of the systematic application of fertilizers in crop rotation on the fertility of grain crops with intensive technologies for their cultivation [Text] / Chernenok V.G.// Proceedings of VIUA: The use of fertilizers and the expansion of the reproduction of soil fertility. Moscow. – 1989. - С. 119-122.
11. Angelova V., Ivanov K. Bio-accumulation and distribution of heavy metals in black mustard (*Brassica nigra* Koch)// Environmental monitoring and assessment. – 2009. – Т. 153. – P. 449-459.
12. Guzev A.I. Yield and quality of blue mustard seeds depending on predecessors, methods of primary tillage and seeding rates on chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region: Ph.D. agricultural Sciences: 06.01.09/Stavropol, - 2004. - 147 p.
13. I.N.Grishanov. Cultivation of oilseeds for feed production in the forest-steppe zone of Northern Kazakhstan: Ph.D. thesis. agricultural Sciences: 01/06/09. Almaty, - 2009. - 116 p.
14. Dyatlova M.V. Optimization of elements of technology for cultivating oilseeds in the conditions of the Kurgan region: dis.
15. Vasilina T.K. The influence of organic and mineral fertilizers on the fertility of meadow-chestnut soil and the productivity of mustard in the crop rotation of the irrigated zone of south-east Kazakhstan: dis. Ph.D. agricultural Sciences/6D080800: Almaty, - 2012. - 99 p.
16. A.K.Umbetov, R.H.Ramazanova. Increasing the productivity of oilseed crops in short-term crop rotation during biologization of agriculture// Bulletin of Science of the

Kazakh Agrotechnical University. S.Seifullina (interdisciplinary). Special issue: International scientific and practical conference "Organic agriculture in the Republic of Kazakhstan: present and future." – 2016, - P.130-133.

17. State register of breeding achievements approved for use, Vol. 1. Plant varieties. Moscow, - 2019, - 515 p.

18. Chernenok V.G. Scientific foundations and practical techniques for managing soil fertility and crop productivity in Northern Kazakhstan. - Astana, 2018. - P. 63.

19. Chernenok V.G. Diagnostics and optimization of conditions for phosphorus nutrition of crops in rainfed conditions of Northern Kazakhstan// Materials of the 8th symposium of scientists and agroecologists "Agrochemical and ecology". Belgorod, 2013. "Improving the program and methods of agrochemical research." – Moscow, 2014. – P.29-50.

20. Chernenok V.G. Methodology for determining doses of phosphorus fertilizers. In the book. Classic university textbook for the CIS countries "Agrochemistry", ed. V.G. Mineeva. Ch. 9.2. – Moscow, 2017. – P. 586-590.

21. Chernenok V. G., Oshakbaeva Zh. E., Serikpaeva Zh. K. Reaction of safflower to phosphorus nutrition conditions. "Seifullin Okulary - 14: Zhastar, Kylym, Innovationiar: Digirlander - Jaba Damu Kesesyyn" Atta of Republican -Theoriyali -Taoriylyk Conference Materials // Materials of the Republican Scientific and Theoretical Conference "Seifullinsky Readings - 14: Youth, Science, Innovation: Digitalization: Digitalization - a new stage of development" - 2018. - T.I, Part 1. - P.45-48.

22. Chernenok V.T., Nurmanov E.T., Serikpaeva Zh.K. Soybean reaction to phosphorus nutrition conditions S.Seifullin atyndagy KazATU-ң Gylım zharshysy / Bulletin of science KazATU named after. S.Seifullina. – 2012. - № 1 (72).

ТҮЙІН

Б.Н. Хамзина¹, Е.Т. Нұрманов^{1*}

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДАЛА АЙМАҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚЫШАНЫҢ МИНЕРАЛДЫ ҚОРЕКТЕНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

*¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010011, Астана, Жеңіс даңғылы, 62, Қазақстан, *e-mail: nur.erbol@inbox.ru*

Мақалада Қазақстанның астық өндірісін, атап айтқанда өсімдік шаруашылығын әртараптандыру бағдарламасында аясында болашағы зор, құнды майлы дақылдардың бірі – қыша дақылы бағаланады. Солтүстік Қазақстанның дала аймағында қышаның минералды қоректену жағдайлары зерттелмегені анықталды және осы бағытта далалық тәжірибелер жүргізілді. Топырақтағы қоректік заттардың мөлшері мен қыша сорттарының өнімділігі арасындағы сандық байланысты анықтау үшін фосфор мен азоттың әртүрлі деңгейлерін құруға арналған 14 нұсқа сұлбасы салынған зерттеу жұмыстары ұсынылған. Зерттеудің барлық жылдарында қыша топырақтағы фосфор мөлшерінің жетіспеушілігі жағдайында дамыды, топырақтың азотпен қамтамасыз етілуі орташа, калиймен жоғары деңгейде қамтамасыз етілді. Азотты-фосфорлы тыңайтқыштар топырақтағы нитратты азот пен жылжымалы фосфордың мөлшерлерін 2-3 есеге арттыруға ықпал етті және ол енгізілген тыңайтқыштардың мөлшерімен анықталды. Тыңайтқышсыз аяда (бақылау) қыша өнімділігі төмен болды, ол тыңайтқыштардың мөлшеріне, топырақтың ылғалдылығына, қоректік заттардың бастапқы құрамына байланысты сәйкес өзгерді. Бұл қышаның тыңайтқыштарға деген қажеттілігін, оның топырақтағы мөлшеріне, түрлеріне, тыңайтқыштардың құрамына сәйкес өзгеретінін көрсетті.

Түйінді сөздер: қыша; оңтүстік қара топырақ; нитратты азот; жылжымалы фосфор; минералды тыңайтқыштар; өнімділік.

SUMMARY

B.N. Khamzina¹, E.T. Nurmanov^{1*}

FEATURES OF MINERAL NUTRITION OF MUSTARD IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE OF NORTHERN KAZAKHSTAN

¹*Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
010011, Astana, Zhenis Ave., 62, Kazakhstan, *e-mail: nur.erbol@inbox.ru*

The article gives an assessment of one of the promising and valuable oilseeds – mustard, the cultivation of which is provided for by the program of diversification of grain production in Kazakhstan, in particular, crop production. It was revealed that the conditions of mineral nutrition of mustard in the steppe zone of Northern Kazakhstan have not been studied. Therefore, field experiments were conducted to study the optimization of mustard mineral nutrition conditions. A 14-variant scheme is presented for creating different levels of phosphorus and nitrogen in the soil in order to determine the quantitative relationship between the level of nutrients in the soil and the productivity of mustard varieties. During all the years of the study, mustard developed in conditions of phosphorus deficiency in the soil, average nitrogen supply and increased potassium only. The application of nitrogen-phosphorus fertilizers contributed to an increase in the nitrogen content of nitrates and mobile phosphorus in the soil by 2-3 times and was determined by the amount of fertilizers applied. The productivity of mustard on a naturally non-windy background was low, it depended on the dose of fertilizers, soil moisture, and the initial content of nutrients. This explains the ambiguous reaction of mustard to the application of the same types, doses and combinations of fertilizers.

Key words: mustard; southern chernozem; nitrate nitrogen; mobile phosphorus; mineral fertilizers; productivity.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Хамзина Бибигуль Нуркеновна - магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры почвоведения и агрохимии, e-mail: bibigul0666@mail.ru

2. Нурманов Ербол Толешович - кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры почвоведения и агрохимии, e-mail: nur.erbol@inbox.ru