

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің **Ғылым жаршысы (пәнаралық) = Вестник науки** Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный). - 2022. - №2 (113). – Ч.1. - С.145-154

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЧЕЧЕВИЦЫ

Жанзаков Бахтияр Жетписпаевич

докторант, ведущий научный сотрудник

Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И.Бараева

Шортандинский р-н, Казахстан

E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Черненко Валентина Григорьевна

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

академик НАН ВШК

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина

г.Нур-Султан, Казахстан

E-mail: chernenok2@mail.ru

Кузданова Роза Шахмановна

магистр сельскохозяйственных наук

Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина

г.Нур-Султан, Казахстан

E-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

Серикпаева Жанна Кабдрахмановна

магистр сельского хозяйства

Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина

г.Нур-Султан, Казахстан

E-mail: serikpaeva.zhanna@mail.ru

Аннотация

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на темно-каштановых карбонатных легкоглинистых почвах с содержанием на естественном фоне, гумуса – 2,93-2,95%, азота нитратов – 6-8 мг/кг, подвижного фосфора – 10,7-13,9 мг/кг, калия более 800 мг/кг, Са+Mg 22-25 мг экв/100 г почвы, рН более 8,0. В статье приведены результаты исследований по изучению условий выращивания и влияния азотных удобрений на урожайность и качество чечевицы сорта «Крапинка». Азотные удобрения в дозах 30 и 60 кг/га д.в. внесены под предпосевную культивацию по удобренному фосфором фону (P₉₀), что увеличило содержание азота нитратов с 9,3 до 18,3 мг/кг почвы в слое 0-40 см. Каждые 30 кг д.в./га удобрений повышали содержание N-NO₃ в слое 0- 40 см на 4 мг/кг почв. Удобрения не оказали влияния на содержание калия. Годы исследований контрастно

отличались по гидротермическому режиму. 2019 с/х год был экстремально засушливым, выпало 209 мм (при норме 326 мм). 2018 и 2020 с/х года были благоприятными – 330 и 320 мм осадков, с незначительно повышенным температурным фоном. Внесенные удобрения повышали урожайность чечевицы на 17% и улучшали качество семян. Определен уровень содержания N-NO₃ в почве при котором формировалась максимальная продуктивность чечевицы. Выявлены биологические особенности чечевицы, ее требования к условиям почвенного питания, определен оптимальный уровень содержания азота в почве, обеспечивающий формирование максимальной продуктивности и предложена формула для определения дозы азота в каждом конкретном случае исходя из дефицита азота в почве.

Ключевые слова: минеральное питание; чечевица; азотные удобрения; урожайность; прибавка урожайности; азот нитратов; оптимальный уровень.

Введение

Бобовые являются важной сельскохозяйственной культурой, возделываемой в основном из-за высокого содержания белка [1]. Среди бобовых особенно выделяется – чечевица. Она содержит 65% углеводов, 2% минералов и витаминов, с 22,0 до 34,5% белка [2], из них 80% белка запаса [3]. Чечевичный белок состоит с 31,8 до 49,7% из альбумина, с 26,2 до 34,6% глобулена, проламины и глютелины составляют менее 5% [4].

Блюдо из чечевицы могут обеспечить около половины суточной потребности белка для взрослого человека [4]. Приготовленная чечевица выделяется высокими показателями белка, которые варьируются от 21 до 29г/100г и низким содержанием липидов от 0,77 до 2,64г/100г [5], при этом усвояемость белков чечевицы достигает 86% [6].

Высокое содержание белка в чечевице обеспечивается за счет способности накапливать в себе азотные соединения – основной компонент белка и способности вступать в симбиотическую связь,

поглощать азот, синтезированный клубеньковыми бактериями.

Отмечено, что процесс азотфиксации имеет важное значение для растений, поддержания плодородия почв, природных и агроэкосистем и продуктивности культур [7]. Установлено, что чечевица в симбиозе с клубеньковыми бактериями способна фиксировать от 20 кг/га [8] до 80 кг/га азота [9, 10]. При применении биопрепаратов и штаммов фиксация азота может достигать 95 кг/га [11].

Однако, в условиях недостатка влаги активность азотфиксирующих бактерий снижается. Восполнение потребности чечевицы в азоте, за счет внесения азотных удобрений очень эффективно.

Было установлено [12], что процент вклада питательных веществ из удобрений в урожайность чечевицы составил N-43,02%, P-32,03%, K-42,01%. Самая высокая урожайность была получена при NPK (30-50-30) – 17,5ц/га и NPK (30-40-20 и 10 т навоза) – 18,1 ц/га.

Отмечено, что применение

азотных удобрений (N_{45}) способствует быстрому росту и увеличению биомассы чечевицы. Увеличивалась площадь листьев, что в свою очередь носило вспомогательный характер при формировании урожайности [13].

Важным фактором применения азотных удобрений является исходное содержание питательных элементов в почве. Так, при естественном разном содержании питательных веществ в почве: N- NO_3 6; 8; 19; 25 ppm, P 28; 47; 33; 25 ppm и K 322; 463; 600; 545 ppm, урожайность чечевицы варьировалась от 6,6 до 27,5 ц/га, содержание азота в семенах было 28,8-37,6 г/кг, фосфора 3,3-4,4 г/кг [14].

Также были исследования, где внесение азотных удобрений не дало эффекта. Исследования [15] по применению удобрений под чечевицу в Сирии показали, что азотные удобрения и инокуляция не повлияли на урожайность, даже доза N_{120} не была эффективна.

Схожие результаты получены в исследованиях [16], где азотные удобрения, внесенные в дозах 20 и 40 кг д.в./га на фоне $P_{60}K_{60}$ были плохо катализированы чечевицей (сорта: Лаура, Оана, USAMVBT). Отмечено, что экспликация проходила за счет хорошего потенциала почв, на которой проводились опыты и низкого требования чечевицы к содержанию азота. При этом урожайность всех 3-

х сортов была разной на удобренных фонах: USAMVBT на фоне $N_0P_{60}K_{60}$ – 11,2 ц/га, Оана на фоне $N_{40}P_{60}K_{60}$ – 20,3 ц/га и Лаура – 17,1 ц/га.

Различие характеристики мест закладки опытов и варьирование результатов, указывает на большое количество факторов влияющих на действие азотных удобрений, формирование урожайности чечевицы и ее качества.

В условиях повсеместного снижения плодородия почв, применение азотных удобрений актуально. С учетом того, что 50% почв Казахстана имело

и имеет до сих пор низкую обеспеченность азотом [18], ценность данных исследования для Северного Казахстана и регионов со схожими почвенно- климатическими условиями высока.

Агротехнические факторы формирования урожайности чечевицы, такие как нормы, сроки [19] глубина посева и технологии возделывания [20] в Казахстане уже изучены.

Однако, вопросы азотного питания чечевицы и отзывчивости на азотные удобрения на темно- каштановых почвах сухо-степной зоны Северного Казахстана не изучались. В связи с чем, была поставлена цель – определить эффективность применения азотных удобрений на формирование урожайности и качество чечевицы в зависимости от условий азотного питания.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2018-2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на базе

агрофирмы «Актык» Акмолинской области. Почва – темно- каштановая карбонатная легко глинистая с

содержанием общего гумуса 2,93-2,95%, валового азота 0,17%, фосфора 0,15%, подвижного калия более 80 мг/100 г почвы, pH слабощелочная (8,08-8,12).

Опыты закладывались по 5-вариантной схеме в 3-кратной повторности с набором различных доз удобрений: 1. О; 2. P₉₀; 3. P₉₀N₃₀; 4. P₉₀N₆₀; 5. N₃₀;

Площадь делянки 52,5 м². Удобрения (в виде аммофоса с 46% P₂O₅, 10-11% N) вносились осенью на глубину 12-14 см по обработанной зяби и весной (в виде аммиачной селитры с 34,6% N) перед посевом на глубину 6-7 см сеялкой СЗС-2,1. Чечевица сорта «Крапинка» высевалась из расчета 2,2 млн всхожих семян/га во второй половине мая сеялкой СЗС-2,1 на глубину 5-7 см.

В опытах по определению важнейших агрохимических свойств почвы и влияния на них удобрений, изучались влажность почвы, содержание и динамика элементов питания в метровом профиле через каждые 20 см, а по удобренным

вариантам на глубину 0-20 и 20-40 см из 5 точек на делянке.

В отобранных образцах определялась влажность почвы весовым методом (ГОСТ 28268-89), нитратный азот на нитрат-анализаторе 150.1 МИ, подвижный фосфор и обменный калий из одной вытяжки по Мачигину (ГОСТ 26205-91).

В процессе вегетации отбирались растительные образцы со всех вариантов по 50 растений чечевицы с делянки проходом по диагонали из 10 точек для определения накопления сухого вещества и химического состава растений по фазам развития.

Учет урожая проводился снопами в 6-кратной повторности, с последующим обмолотом в колосовой молотилке LD 180. Математическая обработка проведена по Доспехову [21]. Экономическая эффективность применения азотных удобрений рассчитывалась по Н. Ф. Менщиковой [22].

Результаты и их обсуждение

Годы исследований по гидротермическим условиям были разными. Наиболее благоприятными по количеству осадков были 2017/2018 и 2019/2020 с/х годы с количеством осадков 330 и 320 мм, что на уровне средних многолетних. Распределение их в период вегетации было разным: в оба года май (24,0 мм, 3,2 мм) и август (41,0 мм и 29,2 мм) отличались засушливостью. Наибольшее количество осадков выпадало в июне месяце и превышало

среднемноголетнюю норму на 15,9 мм и 29,8 мм. 2018/2019 сельскохозяйственный год был крайне засушливый. За сельскохозяйственный год выпало всего 209,2 мм осадков, что ниже уровня средних многолетних на 116,8 мм. Из них основное количество пришлось на осенне-зимне-весенний период – 152,3 мм. За вегетационный период 2019 года - май-август месяцы выпало всего 57 мм, что составляет 30% от нормы. Осадки распределились крайне

неравномерно - 67% выпало в июне месяце (38 мм). За июль – август выпало всего 15 мм, в июле 11 мм, а в мае и августе всего 3,6 мм.

От количества осадков, их распределения и температурного фона зависело содержание и динамика продуктивной влаги в почве.

В условиях 2018, 2019 года за счет осенне-зимних осадков обеспечился относительно не плохой запас продуктивной влаги в метровом профиле 155-148 мм соответственно, что значительно выше запаса влаги в 2020 году – 119 мм.

Но в 2020 году ситуация улучшилась за счёт выпавших в июне-июле осадков (114 мм). В 2019

году к фазе цветения продуктивная влага в корнеобитаемом слое практически отсутствовала и составляла 1,2 мм в слое 0- 20 и 3,7 мм в слое 0-40 см.

Условия увлажнения отразилось на почвенных процессах – особенно на содержание минерального азота.

В годы исследования содержание азота нитратов на естественном фоне в слое 0-40 см было в 2018 году – 9,3 мг/кг почвы, что соответствует средней обеспеченности, а в 2019 и 2020 гг. составляло соответственно 8,5-8,0 мг/кг. На фоне P_{90} его содержание все годы было на среднем уровне – 9,3-10,4 мг/кг с разницей по годам не более 1 мг/кг почвы, (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние удобрений на содержание элементов питания в почве перед посевом чечевицы, мг/кг почвы

Фон	2018			2019			2020		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
О	9,3	11,1	840	8,5	12,8	954	8,0	15,4	824
P_{90}	9,8	24,9	840	9,3	19,8	957	10,4	24,5	822
$P_{90}N_{30}$	14,4	25,7	829	13,8	18,0	908	12,1	23,6	800
$P_{90}N_{60}$	18,3	19,3	835	15,7	18,3	927	16,5	24,1	824
N_{30}	13,8	12,8	855	12,7	10,7	913	11,8	14,9	830

С внесением азотных удобрений содержание азота нитратов $P_{90}N_{30}$ повышалось до 14-12 мг/кг почвы, а по фону $P_{90}N_{60}$ почти в два раза. В 2018 гг. составило 17,3 мг/кг почвы, в 2019 и 2020 гг. соответственно составляло 15,7 и 16,5 мг/кг почвы по фону $P_{90}N_{60}$. На удобренных фонах достигло 20,3-22,6 мг/кг почвы. Это высокий уровень обеспеченности. Разница по годам обусловлена особенностями гидротермического режима почв.

Содержание фосфора в почве

было на низком уровне и составляло соответственно по годам 11,1, 12,8, 15,4 мг/кг почвы. С внесение P_{90} его содержание повысилось до средней обеспеченности 24,9 – 24,5, что значительно выше, чем в 2019 году – 19,8 мг/кг почвы, что обусловлено чрезвычайно высокой засухой 2019 года, ее влияние на растворимость и химическое поглощение P₂O₅ почвой [23].

Содержание калия было на очень высоком уровне – 800-900 мг/кг в слое 0–20 см. На его содержание внесение удобрений не

повлияло.

По годам наблюдалась существенная разница в развитии чечевицы, что обусловлено целым рядом факторам - уровнем обеспеченности почв элементами питания и не только азотом, но и фосфором. Но основную роль в формировании продуктивности играло количество и характер распределения осадков в период вегетации. Так, 2019 год отличался минимальным накоплением сухого вещества в связи с острой засухой и дефицитом влаги. Наибольшая биомасса и продуктивность чечевицы получена в 2020 году при благоприятных условиях увлажнения в период вегетации. В 2018 и 2020 годах в фазу ветвления

разница достигала 22%. В условиях острой засухи 2019 года чечевица после появления всходов практически не развивалась.

Гидротермические условия сыграли основную роль в формировании продуктивности чечевицы.

В 2018 году на контроле урожайность составила 11,5 ц/га, в 2020 году 15 ц/га, а в острозасушливом 2019 году всего 1,8 ц/га, что наглядно отражает негативное действие засухи. В 2020 году сформировавшаяся на контроле урожайность была самая высокая из 3 лет – 15,0 ц/га. Фон P₉₀ повышал продуктивность чечевицы в среднем на 35% (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений на продуктивность сортов чечевицы, ц/га

Фон	2018 год			2019 год			2020 год		
	урожай - ность, ц/га	прибавка к «О»		урожай- ность, ц/га	прибавка к «О»		урожай- ность, ц/га	прибавка к «О»	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
О	11,5	-	100	1,8	-	100	15,0	-	100
P ₉₀	15,2	3,5	132	2,4	0,6	133	21,0	6,0	140
P ₉₀ N ₃₀	16,6	5,1	144	2,8	1,0	155	23,7	8,7	158
P ₉₀ N ₆₀	16,3	4,7	142	2,5	0,7	139	22,8	7,8	152
N ₃₀	13,3	1,8	116	2,1	0,3	116	18,5	3,5	123
среднее	14,6			2,3			20,2		
НСР _{0,95}		1,3			0,23			2,22	
m, %		3,1			3,32			3,22	

Эффективность азотных удобрений зависела главным образом от исходного содержания азота в почве. На среднем естественном фоне азотные удобрения в дозе 30 кг д.в./га повышали продуктивность еще на 16-23%, а на улучшенном фосфорном на 12-18%. Повышение дозы азота до 60 кг д.в./га как видно

было избыточным и не способствовало дальнейшему росту урожайности чечевицы. Более того наблюдалась тенденция к снижению прибавки урожая.

На повышение содержания фосфора в почве азотные удобрения не реагировали. Положительное (по проценту прибавки урожая) действие азотных удобрений

наблюдалось даже в экстремально засушливом 2019 году.

Разница урожайности на контрольном фоне между 2018 и 2019 годом составила 12,8 ц/га, между 2018 и 2020 годом 5,8 ц/га. Как видно чечевица гораздо сильнее реагировала на гидротермические условия, чем на условия минерального питания.

Результаты показывают, что самая высокая урожайность чечевицы формировалась на варианте P₉₀N₃₀. В 2018 году на этом фоне получено 16,6 ц/га, а в 2020 году 23,7 ц/га при содержании азота нитратов 12,1 мг/кг почвы в слое 0-40 см. Дальнейшее увеличение доз азотных удобрений снижало продуктивность.

Как видно, сорт чечевицы «Крапинка» оказался отзывчив на азотные удобрения. Между содержанием азота нитратов в почве и урожайностью была установлена высокая количественная взаимосвязь и корреляция (R=0,95). Самая высокая урожайность формировалась на фоне – 12,1 мг N-NO₃/кг почвы. На более высоких фонах продуктивность снижалась. Это указывает на то, что 12 мг/кг почвы является оптимальным для чечевицы сорта «Крапинка».

Внесение азотных удобрений сказалось и на химическом составе и качестве зерна.

Химический состав семян чечевицы определялся тремя факторами: биологической особенностью, уровнем азотного питания и климатическим фактором.

Содержание азота в зерне повышалось с повышением доз азота. Даже на чисто азотном фоне

(N₃₀) его содержание было выше, чем на фоне P₉₀. В 2018 г. содержание азота в семенах повышалось с 3,01 до 3,39%, в 2019 г. с 3,40 до 3,94%, в 2020 г. с 2,51 до 2,99% (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние удобрений на химический состав семян и качество чечевицы, %

Фон	2018 год				2019 год				2020 год			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	белок	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	белок	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	белок
O	3,01	1,17	2,66	16,8	3,40	1,80	2,37	19,0	2,51	1,00	2,51	14,1
P ₉₀	3,11	1,50	2,72	17,4	3,80	1,87	2,30	21,3	2,76	1,10	2,55	15,5
P ₉₀ N ₃₀	3,23	1,50	2,79	18,1	3,81	1,93	2,20	21,3	2,63	1,03	2,64	14,7
P ₉₀ N ₆₀	3,39	1,31	2,54	19,0	3,94	2,00	2,19	22,1	2,99	0,99	2,53	16,7
N ₃₀	3,26	1,32	2,43	18,2	3,55	1,81	2,20	19,9	2,77	1,01	2,54	15,5
сре д.	3,25	1,41	2,62	18,2	3,78	1,90	2,22	21,1	2,79	1,03	2,57	15,6

В 2019 году концентрация азота в семенах была самая высокая. Это связано с тем, что накопившийся азот в 2019 году распределялся на меньшую биомассу. В 2019 г. биомасса была в 5-6 раз меньше. Самый низкий % N и белка получен в высокоурожайном 2020 г. Это указывает на то, что уровень содержания азота в почве был недостаточным и распределялся на большую биомассу. Содержание азота в зерне повышалось с улучшением азотного питания и повышением его содержания в почве по фону P₉₀N₆₀. По этому фону продуктивность не

повышалась, но улучшался химический состав, концентрация азота в зерне и соответственно содержание белка на 2-3%.

Эта же закономерность отмечалась и по содержанию фосфора в зерне, но в меньшей степени. Этот результат указывает на то, что с улучшением фосфорного питания возрастает потребность в азоте от которого зависит накопление белка. Наибольшая концентрация отмечена в острозасушливом году. Это можно объяснить тем, что накопившийся в растениях азот в первой половине вегетации распределялся на меньшей объем биомассы.

По калию ситуация, иная. Средние показатели калия в 2018 и

2020 гг. выше, чем в 2019 г. Возможно это связано со снижением потребления калия в острозасушливый период.

Таким образом очевидно, что содержание белка, как и азота определялось не только уровнем содержания азота, но и уровнем продуктивности. Самая высокая концентрация азота и содержание белка формировалась в остро засушливом году и самая низкая в благоприятные по увлажнению годы, когда формировался относительно высокий урожай. Наибольшее содержание белка формировалось в 2019 году - 22,1%, что на 3-5% выше, чем в 2018 и 2020 гг.

Заключение

Исследования, проведенные в 2018-2020 гг. на темно-каштановых карбонатных, легкоглинистых почвах сухостепной зоны Северного Казахстана показали, что сорт чечевицы «Крапинка» положительно отзывается на азотные удобрения, но их эффективность определяется целым рядом факторов:

- дефицитом азота в почве;
- обеспеченностью фосфором;
- гидротермическим режимом

вегетационного периода.

Впервые установленный для чечевицы сорта «Крапинка» оптимальный уровень содержания азота нитратов в почве на фоне которого формировался максимальный урожай – 12мг N-NO₃/кг почвы, позволяет для определения дозы внесения азотных удобрений использовать формулу оптимизации Черненко (1):

$$D_N = (N_{\text{опт}} - N_{\text{факт}}) \times 7,5 \times \text{ПКувл}, \quad (1)$$

где N_{опт} – определенный оптимальный уровень азота для культуры, N_{факт} - фактическое содержание азота в почве, 7,5 – эквивалент удобрений 1 мг N-NO₃ почвы.

ПКувл определяется по формуле осадки за с/х год: 175 (осадки нормативные-величина постоянная) [23].

Для чечевицы дозу азотных удобрений следует определять, исходя из установленного для чечевицы оптимального уровня содержания азота нитратов в слое 0-40 см, по формуле:

$$D_N = (12 - N_{\text{факт}}) \times 7,5 \times \text{ПКувл}$$

Расчет дозы азота по формуле гарантирует её высокую эффективность и экологическую выгодную культурой.

безопасность [23].

Это делает чечевицу еще более перспективной и экономически

Благодарность

Работа выполнялась в рамках грантового проекта AP05133069 «Разработать и внедрить приемы реализации потенциала продуктивности перспективных для сухостепной зоны Казахстана сортов чечевицы, на основе определения оптимальных для них параметров агрохимических свойств почвы и способов их достижения, обеспечивающих повышение их конкурентоспособности в условиях диверсификации зернового производства». (Руководитель проекта доктор с.х.н., профессор Черненко В.Г.)

Выражаем благодарность представителям АО «АФ Актык» Тютенову А. Х. и Рахимжанову К. Б. за предоставление площадки и технической поддержки в выполнении исследовательской работы.

Список литературы

1 Malhi, S. S. Seasonal Biomass Accumulation and Nutrient Uptake of Pea and Lentil on a Black Chernozem Soil in Saskatchewan [Text]: / S. S. Malhi, A. M. Johnston, J. J. Schoenau, Z. H. Wang, C. L. Vera // Journal of Plant Nutrition. - 2007. - 30(5). - P. 721-737. DOI: [10.1080/01904160701289578](https://doi.org/10.1080/01904160701289578)

2 Yadav, S. S. Uses and consumption Lentil [Text]: / An ancient crop for modern times (P. C. Stevenson, A. H. Rizvi, M. Manohar, S. Gailing, G. Mateljan, S.S. Yadav, D. L. McNeil, P.C. Stevenson // Spring, Dordrecht, The Netherlands. – 2007, - P. 33 – 46.

3 Adsule, R. N. Lentil [Text]: / S. S. Kadam, H. K. Leung, D. K. Salunkhe, S. S. Kadam, eds. // Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization. vol. II. CRC Press, Florida, USA, 1989, - P. 133–152.

4 El-Nahry, F. I. Chemical composition and protein quality of lentils (Lens) consumed in Egypt [Text]: / F. I. El-Nahry, F. E. Mourad, S. M. A. Khalik, N. S. Bassily // Plant Foods for Human Nutrition. - 1980. - 30. - P. 87–95.

5 Ramírez-Ojeda, A. M. Mineral and trace element content in legumes (lentils, chickpeas and beans). Bioaccessibility and probabilistic assessment of the dietary intake [Text]: / A. M. Ramírez-Ojeda, R. Moreno-Rojas, F. Cámara-Martos // Journal of Food Composition and Analysis. - 2018. - 73. - P. 17–28.

6 Калашникова, С. В. Чечевица в ЦЧР. [Текст] / С. В. Калашникова // Материалы научно-практической конференции, посвященной 15-летию технического факультета Воронежского ГАУ. – Воронеж, 2008. – С.80–81

7 Azam, F. An appraisal of methods for measuring symbiotic nitrogen fixation in legumes [Text]: / F. Azam, S. Farooq // Pakistan Journal of Biological Sciences. - 2003. - 6. - P. 1631–1640.

8 McNeil, D. L. Rhizobium management and nitrogen fixation lentil. [Text]: /

Yadav S. S. (Ed.) // An ancient crop for modern times. - 2007. - P. 127–143.

9 Erskine, W. The lentil: botany production and uses. [Text]: / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma // Wallingford: CAB International. - 2009. - 447 p.

10 Quinn, M. A. Biological nitrogen fixation and soil health improvement [Text]: / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma, editors // The lentil-botany, production and uses. Wallingford: Comm. Agric. Bureau. Int.- 2009. - P. 229–47.

11 Кононенко, С. И. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях предгорной зоны КБР. [Текст]: / С. И. Кононенко, И. М. Ханиева, Т. М. Чапаев, К. Р. Канукова // [Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета](#). - 2013. - 94 (10). - P. 622–631.

12 Poonam, G. Integrated Fertilizer Recommendations for Lentil through Targeted Yield Model on Mollisol [Text]: / G. Poonam, K. P. Pawan // Madras Agric. J. - 2013. - 100 (4-6). - P. 372–376.

13 Kaneez, F. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of Lentil (*Lens culinaris*) [Text]: / F. Kaneez, H. Nazir, F. A. Pir, M. Mohd // Elixir Appl. Botany. - 2013. - 57. - P. 14323–14325.

14 Xie, J. Yield and uptake of nitrogen and phosphorus in soybean, pea, and lentil and effects on soil nutrient supply and crop yield in the succeeding year in Saskatchewan [Text]: / J. Xie, J. Schoenau, T. D. Warkentin // Canada Can. J. Plant Sci. - 2018. - 98. - P. 5–16. [dx.doi.org/10.1139/cjps-2016-0342](https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0342)

15 Saxena, M. C. Effect of fertilizer application and inoculation on the performance of lentils and subsequent wheat crop [Text]: / M. C. Saxena, N. Wassimi // LENS. - 1980. - 7. - P. 52–53.

16 Sebastian, M. Fertilization effect concerning the yield and quality indicators for *Lens Culinaris* L. [Text]: / M. Sebastian, D. Gheorghe // Research Journal of Agricultural Science. - 2010. – 42 (4). - P. 110–112.

17 Рылушкин, И. В. Плодородие почв Северного Казахстана и применение удобрений [Текст] / Рылушкин И. В., Черненко В. Г., Фомин В. А. и др. - Алма-Ата.: Кайнар, 1977. – 144 с.

18 Топ -12 областей Казахстана по плодородию почв [электронный ресурс]. – 2021. - URL: <https://eldala.kz/rating/2347-top-12-oblastej-kazahstana-po-plodorodiyu-pochv> (дата обращения: 19.11. 2021).

19 Мусынов, К. М. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях Северного Казахстана [Текст]: / К. М. Мусынов, А. А. Кипшакбаева, Б. К. Аринов, Е. А. Утельбаев, Б. Б. Базарбаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2017. - № 9 (155). - С. 14–18.

20 Гринец, А. Чечевица в Северном Казахстане [Текст]: / А. Гринец // Аграрные технологии. - 2018. - №3. - С. 20–23.

21 Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., доп. и перераб. [Текст]: учебник для вузов / Б. А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

22 Меньшиков, Н. Ф. и др. Эффективность применения минеральных

удобрений [Текст]: / Н. Ф. Меньшиков - М.: Колос, 1981. – 128 с.

23 Черненко, В. Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане [Текст]: монография / В. Г. Черненко - Астана, 2009. – 66 с.

References

1 Malhi, S. S. Seasonal Biomass Accumulation and Nutrient Uptake of Pea and Lentil on a Black Chernozem Soil in Saskatchewan [Text]: / S. S. Malhi, A. M. Johnston, J. J. Schoenau, Z. H. Wang, C. L. Vera // Journal of Plant Nutrition. - 2007. - 30(5). - P. 721-737. DOI: 10.1080/01904160701289578

2 Yadav, S. S. Uses and consumption Lentil [Text]: / An ancient crop for modern times (P. C. Stevenson, A. H. Rizvi, M. Manohar, S. Gailing, G. Mateljan, S.S. Yadav, D.L. McNeil, P.C. Stevenson // Spring, Dordrecht, The Netherlands. – 2007, - R. 33 – 46.

3 Adsule, R. N. Lentil [Text]: / S. S. Kadam, H. K. Leung, D. K. Salunkhe, S. S. Kadam, eds. // Handbook of World Food Legumes: Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization. vol. II. CRC Press, Florida, USA, 1989, - R. 133–152.

4 El-Nahry, F. I. Chemical composition and protein quality of lentils (Lens) consumed in Egypt [Text]: / F. I. El-Nahry, F. E. Mourad, S. M. A. Khalik, N. S. Bassily // Plant Foods for Human Nutrition. - 1980. - 30. - P. 87–95.

5 Ramírez-Ojeda, A. M. Mineral and trace element content in legumes (lentils, chickpeas and beans). Bioaccessibility and probabilistic assessment of the dietary intake [Text]: / A. M. Ramírez-Ojeda, R. Moreno-Rojas, F. Cámara-Martos // Journal of Food Composition and Analysis. - 2018. - 73. - P. 17–28.

6 Kalashnikova, S. V. CHEchevica v CCHR. [Tekst] / S. V. Kalashnikova // Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 15-letiyu tekhnicheskogo fakul'teta Voronezhskogo GAU. – Voronezh, 2008. – S.80–81

7 Azam, F. An appraisal of methods for measuring symbiotic nitrogen fixation in legumes [Text]: / F. Azam, S. Farooq // Pakistan Journal of Biological Sciences. - 2003. - 6. - R. 1631–1640.

8 McNeil, D. L. Rhizobium management and nitrogen fixation lentil. [Text]: / Yadav S.S. (Ed.) // An ancient crop for modern times. - 2007. - R. 127–143.

9 Erskine, W. The lentil: botany production and uses. [Text]: / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma // Wallingford: CAB International. - 2009. - 447 p.

10 Quinn, M. A. Biological nitrogen fixation and soil health improvement [Text]: / W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma, editors // The lentil-botany, production and uses. Wallingford: Comm. Agric. Bureau. Int.- 2009. - P. 229–47.

11 Kononenko, S. I. Osobennosti tekhnologii vozdeleyvaniya chehevicy v usloviyah predgornoj zony KBR. [Tekst]: / S. I. Kononenko, I. M. Hanieva, T. M. Chapaev, K. R. Kanukova // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2013. - 94 (10). - P. 622–

631.

12 Poonam, G. Integrated Fertilizer Recommendations for Lentil through Targeted Yield Model on Mollisol [Text]: / G. Poonam, K. P. Pawan // Madras Agric. J. - 2013. - 100 (4-6). - P. 372–376.

13 Kaneez, F. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of Lentil (*Lens culnaris*) [Text]: / F. Kaneez, H. Nazir, F. A. Pir, M. Mohd // Elixir Appl. Botany. - 2013. - 57. - P. 14323–14325.

14 Xie, J. Yield and uptake of nitrogen and phosphorus in soybean, pea, and lentil and effects on soil nutrient supply and crop yield in the succeeding year in Saskatchewan [Text]: / J. Xie, J. Schoenau, T. D. Warkentin // Canada Can. J. Plant Sci. - 2018. - 98. - P. 5–16. dx.doi.org/10.1139/cjps-2016-0342

15 Saxena, M. C. Effect of fertilizer application and inoculation on the performance of lentils and subsequent wheat crop [Text]: / M. C. Saxena, N. Wassimi // LENS. - 1980. - 7. - P. 52–53.

16 Sebastian, M. Fertilization effect concerning the yield and quality indicators for *Lens Culinaris* L. [Text]: / M. Sebastian, D. Gheorghe // Research Journal of Agricultural Science. - 2010. - 42 (4). - P. 110–112.

17 Rylushkin, I. V. Plodorodie pochv Severnogo Kazahstana i primeneniye udobrenij [Tekst] / Rylushkin I. V., Chernenok V. G., Fomin V. A. i dr. - Alma-Ata.: Kajnar, 1977. - 144 s.

18 Top -12 oblastej Kazahstana po plodorodiyu pochv [elektronnyj re-surs]. - 2021. - URL: <https://eldala.kz/rating/2347-top-12-oblastej-kazahstana-po-plodorodiyu-pochv> (data obrashcheniya: 19.11. 2021).

19 Musynov, K. M. Osobennosti tekhnologii vozdeleyvaniya chechevicy v usloviyah Severnogo Kazahstana [Tekst]: / K. M. Musynov, A. A. Kipshakbaeva, B. K. Arinov, E. A. Utel'baev, B. B. Bazarbaev // Vestnik Altajskogo gos-udarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2017. - № 9 (155). - S. 14–18.

20 Grinec, A. Chechevica v Severnom Kazahstane [Tekst]: / A. Grinec // Agrarnye tekhnologii. - 2018. - №3. - S. 20–23.

21 Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). - 5-e izd., dop. i pererab. [Tekst]: uchebnik dlya vuzov / B. A. Dospekhov. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 s.

22 Men'shikov, N. F. i dr. Effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij [Tekst]: / N. F. Men'shikov - M.: Kolos, 1981. - 128 s.

23 Chernenok, V. G. Nauchnye osnovy i prakticheskie priemy upravleniya plodorodiem pochv i produktivnost'yu kul'tur v Severnom Kazahstane [Tekst]: monografiya / V. G. Chernenok - Astana, 2009. - 66 s.

АЗОТТЫ ҚОРЕКТЕНУ ЖАҒДАЙЫНЫҢ ЖАСЫМЫҚТЫҢ ӨНІМДІЛІГІНЕ ЖӘНЕ САПАСЫНА ӘСЕРІ

Жанзаков Бахтияр Жетпіспайұлы

докторант, жетекші ғылыми қызыметкер

А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми өндірістік орталық

Шортанды ауд., Қазақстан

E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Черненко Валентина Григорьевна

ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор

С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университет

Нур-Султан қ., Қазақстан

E-mail: chernenok2@mail.ru

Кузданова Роза Шахмановна

ауыл шаруашылық ғылымдарының магистрі

С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университет

Нур-Султан қ., Қазақстан

E-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

Серикпаева Жанна Қабдрахманқызы

ауыл шаруашылығының магистрі

С. Сейфуллин атындағы қазақ агротехникалық университет

Нур-Султан қ., Қазақстан

E-mail: serikpaeva.zhanna@mail.ru

Түйін

Зерттеулер 2018-2020 жж. Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағында қара-қоңыр, карбонатты, жеңіл құмбалшықты, құрамында гумустың мөлшері – 2,93-2,95%, нитрат азоты – 6-8 мг/кг, жылжымалы фосфор мөлшері – 10,7-13, 9 мг/кг, калий 800 мг/кг жоғары, Са+Mg 22-25 мг экв/100 г топырақ, рН 8,0 жоғары топырақта жүргізілді. Мақалада жасымықтың «Крапинка» сұрыпының өнімділігі мен сапасына азот тыңайтқыштарының әсері мен өсіру жағдайларын зерттеу бойынша зерттеулердің нәтижелері берілген. Азот тыңайтқыштары фосфор фонның үстіне (P₉₀) 30 және 60 кг ә.е.з./га мөлшерінде топырақтың 10 см қабатына еңгізілді. Нәтижесінде нитратты азоттың деңгейі топырақтың 0-40 см қабатында 9,3-тен 18,3 мг/кг-ға дейін артты. Әрбір 30 кг ә.е.з./га азот тыңайтқыштары топырақтың 0-40 см қабатында N-NO₃ мөлшерін 4 мг/кг арттырды. Тыңайтқыштар топырақтағы калий мөлшеріне әсер етпеді. Гидротермиялық режим бойынша зерттеу жылдары бір-біріне ұқсамады. 2019 ауыл шаруашылығы жылы өте құрғақ болды, жауын-шашын мөлшері 209 мм (норма бойынша 326 мм) артпады. 2018 және 2020 ауыл шаруашылығы жылдары қолайлы болды – жауын-шашын 330 және 320 мм,

температуралық фон сәл жоғарылады. Қолданылған азот тыңайтқыштары жасымықтың өнімділігін 17% арттырып, тұқым сапасын жақсартты. Жасымықтың биологиялық ерекшеліктері, оның топырақтың қоректену жағдайына қойылатын талаптары, максималды өнімділікті қалыптастыруды қамтамасыз ететін топырақтағы азот мөлшерінің оңтайлы деңгейі және топырақта азот тапшылығына негізделген әрбір нақты жағдайда азот тыңайтқыштарының дозасын анықтау формуласы ұсынылды.

Кілт сөздер: минералды қоректену; жасымық; азот тыңайтқыштары; өнімділік; қосымша түзілген өнім; нитрат азоты; оңтайлы деңгей.

EFFICACY OF NITROGEN NUTRITION ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF LENTILS

Zhanzakov Bakhtiyar Zhetpispaeovich

PhD student, Leading Researcher

Scientific and production center grain farm them. A.I. Baraeva

Shortandy, Kazakhstan

E-mail: baha_zhan93@mail.ru

Chernenok Valentina Grigorievna

doctor of agricultural sciences, professor

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: chernenok2@mail.ru

Kuzdanova Roza Shakhmanovna

Master of Agriculture Science

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: roza_kuzdanova@mail.ru

Serikpayeva Zhanna Kabdrakhmanovna,

Master of Agriculture

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin

Nur-Sultan, Kazakhstan

E-mail: serikpaeva.zhanna@mail.ru

Abstract

The studies were conducted on dark chestnut calcareous light clay soils in the dry steppe zone of Northern Kazakhstan in 2018–2020. Concentration of soil nutrients and properties were as follow: humus - 2.93-2.95%, nitrate nitrogen - 6-8 mg / kg, mobile phosphorus - 10.7-13, 9 mg/kg, potassium more than 800 mg/kg, Ca + Mg 22-25 mg eq/100 g of soil, pH more than 8.0. The article shows the results of studies that describe growing conditions and the effect of nitrogen fertilizers on the yield and quality of lentil's breed "Krapinka". Nitrogen fertilizers

were applied on top of the phosphorus background (P_{90}) at doses of 30 and 60 kg/ha in the top 10 cm soil layer, that increased the content of nitrate nitrogen from 9.3 to 18.3 mg/kg of soil in the 0-40 cm layer. Every 30 kg of nitrogen's fertilizers increased soil N-NO₃ level on 4 mg/kg of soil in the layer of 0 -40 cm. Fertilizers had no effect on the potassium content. Hydrothermal regime was contrastingly different in the years of research. The agricultural year of 2019 was extremely dry, with 209 mm of rainfall (average 326 mm). The agricultural years of 2018 and 2020 were favorable 330 and 320 mm of precipitation respectively with a slightly increased temperature background. The applied fertilizers increased the yield of lentils by 17% and improved the quality of seeds. The biological features of lentils, their requirements for soil nutrition conditions were identified, the optimal level of available nitrogen content in soil was determined, ensuring the formation of maximum productivity, and a formula was proposed for determining the nitrogen dose in each case based on nitrogen deficiency in soil.

Key words: mineral nutrition; lentils; nitrogen fertilizers; productivity; yield increase; nitrate nitrogen; optimal level.