

## ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК:631.82:635.658:631.559

### ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЧЕЧЕВИЦЫ СОРТА «КРАПИНКА»

**Б. Ж. ЖАНЗАКОВ**

*Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева,  
п. Научный, Республика Казахстан, 021601*

**В. Г. ЧЕРНЕНОК**

*Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,  
г. Нур-Султан, Республика Казахстан, 010011*

**Т. Ф. ПЕРСИКОВА**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

*(Поступила в редакцию 26.08.2022)*

*Исследования проводились в 2018–2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на темно-каштановых карбонатных легкоглинистых почвах с содержанием на естественном фоне: гумуса – 2,9–2,95 %, азота нитратов – 6–8 мг/кг, подвижного фосфора – 10,7–13,9 мг/кг, калия более 800 мг/кг, Ca+Mg 22–25 мг экв/100 г почвы, pH более 8,0. В статье приведены результаты исследований по изучению влияния гидротермических условий и минеральных удобрений на химический состав растений и качество семян чечевицы сорта «Крапинка». Фосфорные удобрения ( $P_{60}$ ,  $P_{90}$ ,  $P_{120}$ ,  $P_{150}$ ,  $P_{180}$ ) вносились осенью под зяблевую вспашку. От внесения фосфорных удобрений содержание фосфора в почве увеличилось с 12–15 до 32–38 мг/кг почвы в слое 0–20 см. Азотные удобрения внесены по фосфорному фону ( $P_{90}$ ) в дозах 30, 60, 90 кг/га д.в., что увеличило содержание азота нитратов с 7,6 до 22,6 мг/кг почвы в слое 0–40 см. Годы исследований контрастно отличались по гидротермическому режиму, что отражалось на содержании питательных элементов в растениях в период вегетации, и химическом составе и качестве семян чечевицы. 2018 год был благоприятным (ГТК=0,95), 2019 год – остро засушливым (ГТК=0,31) и 2020 год – умеренно-засушливым (ГТК=0,72). В острозасушливый год содержание питательных элементов в семенах было выше, чем в благоприятном и умеренно засушливом году. Внесение минеральных удобрений и создание оптимальных условий минерального питания позволили получить высокий и качественный урожай. От внесения минеральных удобрений максимальная прибавка до 9 ц/га к контролю была получена в 2020 году, а увеличение содержания белка в зерне достигло +4,2 % к контролю.*

**Ключевые слова:** чечевица; ГТК; минеральные удобрения; азот; фосфор; калий; белок.

*The research was conducted in 2018–2020 in the dry steppe zone of North Kazakhstan on a dark chestnut carbonate light clay soils with the content against the natural background of humus – 2.9–2.95 %, nitric nitrogen – 6–8 mg/kg, mobile phosphorus – 10.7–13.9 mg/kg, potassium – more than 800 mg/kg, Ca+Mg – 22–25 mg equivalent/100 g of soil, pH more than 8.0. The article shows the results of the research of the hydrothermal conditions and the effect of mineral fertilizers on the chemical composition of plants and the quality of seeds of lentil variety Krapinka. Phosphorus fertilizers ( $P_{60}$ ,  $P_{90}$ ,  $P_{120}$ ,  $P_{150}$ ,  $P_{180}$ ) were applied with fall plowing. The phosphorus content in the soil increased after the application of phosphorus fertilizers from 12–15 up to 32–38 mg/kg of soil in the 0–20 cm layer. Nitrogen fertilizers were applied on top of the phosphorus background ( $P_{90}$ ) in doses 30, 60, 90 kg/ha of acting substance, which led to the increase in the content of nitric nitrogen from 7.6 up to 22.6 mg/kg of soil in 0–40 cm layer. The years of research were contrast in the hydrothermal regime, which was reflected in the content of nutrients in plants during the growing season, plants' chemical composition and quality of lentil seeds. The year 2018 was favorable (HTC=0.95), 2019 – acutely dry (HTC=0.31), and 2020 – moderately dry (HTC=0.72). In the acutely dry year, the content of nutrients in the seeds was higher than in the favorable and moderately dry years. Application of mineral fertilizers and creating optimal conditions for mineral nutrition made it possible to obtain abundant and high-quality yield. Due to the application of mineral fertilizers, the yield in 2020 was increased maximally by to 0.9 t/ha compared to the control; the protein content in the grain increased by 4.2 % compared to the control.*

**Key words:** lentils; hydrothermal coefficient; mineral fertilizers; nitrogen; phosphorus; potassium; protein.

#### Введение

Чечевица ценный источник высококачественного растительного белка. Содержание белка в ней обычно в два раза больше, чем у большинства злаковых культур и больше, чем в мясе [1]. Зерно че-

чевицы содержит 23–29 % белка, 59–63 % углеводов, 1,8 % жира и 0,2–7,6 % золы, до 10 % магния и 0,07 % кальция [2, 3, 4]. Также чечевица является хорошим источником протеина для крупного рогатого скота [5]. Отмечено, что солома и мякина чечевицы имеют 11–15 % белка, 35 % углеводов [6], что делает ее ценным кормом.

Агротехнические мероприятия являются одними из факторов, от которых зависит качество семян чечевицы. Установлено, что увеличение нормы высева приводит к снижению качества семян чечевицы: при высеве 2,0 млн всхожих семян/га содержание сырого белка – 26,8 %, при 2,2 млн семян – 25,6 %, при 2,8 млн семян – 24,8 %. Аналогично норме высева сроки посева важны. Более ранние сроки снижают качество, разница может достигать – 2 % [7].

Климатические условия оказывают влияние на содержание азота в растениях, в засушливый год его концентрация становится наиболее высокой независимо от фона питания, а содержание фосфора в растениях обратно пропорционально количеству выпавших осадков [8].

Естественное изменение содержания питательных элементов происходит в период вегетации. К фазе налива семян содержание азота в листьях, стеблях и створках бобов резко уменьшается, что объясняется усиленным его накоплением в зерне [7]. При этом по мере роста зерна общее содержание азота увеличивается, а за счет более быстрого накопления крахмала концентрация снижается [9]. По фосфору и калию наиболее высокое их содержание в растениях наблюдается в фазу всходов и постепенно снижается в процессе вегетации вплоть до полной спелости [8].

Условия минерального питания и внесение удобрений – важный фактор в формировании урожайности и качества чечевицы. Исследования по изучению урожайности и содержания азота и фосфора в семенах разных видов чечевицы (зеленая крупносеменная, зеленая мелкосеменная, красная мелкосемянная) в разных почвенно-климатических зонах (орто-темно-черноземная почвы (Ростерно и Йорктон) и оптик темно-каричево черноземная (Саскачитун и Скотт)) при естественном разном содержании питательных веществ: N-NO<sub>3</sub> – 6; 8; 19; 25 мг/кг, P – 28; 47; 33; 26 мг/кг и K – 322; 463; 600; 545 мг/кг показали, что урожайность чечевицы варьировала от 6,6 до 27,6 ц/га, содержание азота в семенах было 28,8–37,6 г/кг (2,88–3,76 %), фосфора 3,3–4,4 г/кг (0,33–0,44 %). Исследователи пришли к выводу, что естественное содержание фосфора в почве было основным фактором, влиявшим на урожайность и содержание питательных элементов в семенах [10].

Увеличение содержания азота и доступного фосфора за счет удобрений вызывает увеличение содержания белка, N, P, K, Fe, Mn, Zn в семенах. Улучшение качественных показателей семян объясняется тем, что азот улучшает развитие растений, а фосфор улучшает развитие корневой системы, что в свою очередь позволяет накопить питательные элементы больше [3, 8, 11, 12, 13].

Из выше сказанного следует, что агротехнические мероприятия, гидротермические условия и обеспеченность питательными элементами оказывают значительное влияние на химический состав растений в период вегетации, что отражается на урожайности и качестве семян чечевицы.

Схожих исследований по изучению влияния гидротермических условий и минеральных удобрений на химический состав растений, урожайность и качество чечевицы сорта «Крапинка» в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана не проводились, что и явилось целью данной работы.

#### **Основная часть**

Исследования проводились в 2018–2020 гг. в сухостепной зоне Северного Казахстана на базе АО «Агрофирмы «Актык», Целиноградского района, Акмолинской области. Почва места проведения опыта 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).

Высевалась мелкосемянная желтая чечевица отечественной селекции (ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева»), сорт «Крапинка» [14].

Опыты закладывались по 10-вариантной схеме в 3-кратной повторности с набором различных доз удобрений: 1. O; 2. P<sub>60</sub>; 3. P<sub>90</sub>; 4. P<sub>120</sub>; 5. P<sub>150</sub>; 6. P<sub>180</sub>; 7. P<sub>90</sub>N<sub>30</sub>; 8. P<sub>90</sub>N<sub>60</sub>; 9. P<sub>90</sub>N<sub>90</sub>; 10. N<sub>30</sub>.

Площадь делянки 52,5 м<sup>2</sup>. Удобрения (в виде аммофоса с 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 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 10 см сеялкой СЗС-2,1. Чечевица высевалась из расчета 2,2 млн всхожих семян/га во второй половине мая сеялкой СЗС-2,1 на глубину 5–7 см. Агротехнические мероприятия общепринятые для региона.

В опытах по определению физических и агрохимических свойств почвы и влияния на них удобрений, изучались динамика влажности 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 химического состава растений по фазам развития.

Анализ химического состава растений и семян чечевицы проводился по ускоренной методике определения азота, фосфора и калия из одной навески по методике Пиневица [15].

Все расчеты и обработка данных проведена по Доспехову [16].

В условиях 2018 и 2019 года за счет осенне-зимних осадков обеспечился хороший запас продуктивной влаги в метровом профиле – 155 мм и 148 мм соответственно. Запасы влаги в предпосевной период в 2020 году ниже – 119 мм (средний уровень). Их хватило, чтобы получить дружные всходы. На дальнейший рост и развитие растений больше влияли атмосферные осадки и температура воздуха.

Так, гидротермические условия вегетационного периода в годы исследования были разными: 2018 год – благоприятный (ГТК=0,95), 2019 год – острозасушливый (ГТК=0,31), 2020 год – умеренно-засушливый (ГТК=0,72).

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 и 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.

В 2020 году ситуация была лучше за счёт выпавших в июне-июле осадков (114 мм).

Условия увлажнения отразились на почвенных процессах – особенно на нитрификации минерального азота.

В годы исследования содержание азота на контрольном фоне по градации Черненко В. Г. [17] было на среднем уровне – 7,6–9,3 мг/кг в слое 0–40 см, на удобренных фонах достигло – 18,4–22,6 мг/кг.

Естественная обеспеченность почв фосфором согласно градации Черненко В. Г. [17] была на низком уровне – 12–14 мг/кг почвы в слое 0–20 см, с внесением фосфорных удобрений оно увеличилось до 32,0–38,7 мг/кг.

Во все годы содержание калия было на очень высоком уровне – 800–900 и более мг/кг в слое 0–20 см. От внесения азотно-фосфорных удобрений содержание калия в почве не изменилось.

Почвенно-климатические условия влияли на химический состав растений в период вегетации, табл. 1.

Таблица 1. Химический состав растений чечевицы в фазе ветвление, %

Внесено, кг д.в./га	2019 год (ГТК=0,31)			2020 год (ГТК=0,72)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
O	2,71±0,05	1,86±0,01	6,01±0,01	1,53±0,01	1,42±0,01	4,08±0,01
P <sub>60</sub>	3,09±0,08	1,94±0,06	6,14±0,01	1,74±0,03	1,51±0,03	4,19±0,01
P <sub>90</sub>	3,23±0,02	1,96±0,04	6,22±0,01	1,82±0,03	1,52±0,03	4,21±0,01
P <sub>120</sub>	3,23±0,04	1,99±0,03	6,20±0,01	1,83±0,07	1,55±0,07	4,27±0,01
P <sub>150</sub>	3,15±0,03	1,92±0,02	6,46±0,01	1,77±0,01	1,46±0,01	4,30±0,01
P <sub>180</sub>	3,16±0,01	1,90±0,01	6,41±0,01	1,82±0,06	1,48±0,02	4,61±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>30</sub>	3,39±0,03	2,09±0,03	6,43±0,01	1,96±0,01	1,47±0,01	4,32±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>60</sub>	3,32±0,11	2,02±0,03	6,57±0,01	2,02±0,03	1,39±0,01	4,33±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>90</sub>	3,43±0,01	1,92±0,03	6,51±0,01	2,14±0,01	1,41±0,01	4,44±0,01
N <sub>30</sub>	3,03±0,05	1,83±0,03	6,23±0,01	1,68±0,01	1,39±0,05	4,27±0,01
среднее	3,17±0,21	1,94±0,08	6,32±0,18	1,83±0,17	1,46±0,06	4,30±0,14

Примечание. 2018 году измерения в фазе ветвления не проводились.

Из данных табл. 1 видно, что в фазе ветвления самое высокое содержание было у калия. Его содержание в зависимости от условий года в среднем колебалось от 4,30 % до 6,32 %.

На содержание калия в растениях в фазе ветвления влияло и внесение азотно-фосфорных удобрений. С улучшением азотно-фосфорного питания отмечалось увеличение содержания калия в растениях на 0,4 % по фосфорным фонам и на 0,35 % по азотно-фосфорным фонам.

Наибольшее содержание азота было в острозасушливом 2019 году – 3,17 % по опыту, в умеренно засушливом 2020 году меньше – всего 1,83 % по опыту. В среднем разница по годам в содержании азота в фазе ветвления составляет 1,7 раз.

На накопление азота в растениях наибольшее влияние оказали азотные удобрения (+0,2 % в 2019 г. и +0,3 % в 2020 г.). Повышение содержания азота в растениях отмечалось и при внесении фосфора. Улучшение условий фосфорного питания также повышало востребованность культурой азота.

Содержание фосфора в растениях чечевицы в фазе ветвления было ниже, чем содержание азота и калия. Его содержание в растениях было в 3–4 раз меньше, чем калия и 1,5–2 раза меньше, чем азота и колебалось в пределах от 1,46 до 1,94 % по опыту. С улучшением условий фосфорного питания шел рост содержания фосфора в растениях.

Тенденция, проявленная в фазе ветвления в накоплении питательных элементов по удобренным фонам, сохранялась в фазе цветения, табл. 2.

Таблица 2. Химический состав растений чечевицы в фазе цветения, %

Внесено, кг д.в./га	2018 год (ГТК=0,95)			2019 год (ГТК=0,31)			2020 год (ГТК=0,72)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
O	2,41±0,01	0,78±0,01	3,95±0,06	2,63±0,01	1,20±0,01	5,84±0,01	2,04±0,06	0,74±0,05	4,15±0,01
P <sub>60</sub>	2,42±0,01	0,96±0,01	3,99±0,01	2,74±0,01	1,25±0,01	5,57±0,01	2,22±0,01	0,84±0,01	4,20±0,01
P <sub>90</sub>	2,49±0,03	1,02±0,01	4,04±0,01	2,86±0,01	1,26±0,01	5,56±0,01	2,27±0,01	0,86±0,01	4,28±0,01
P <sub>120</sub>	2,72±0,13	1,05±0,02	4,09±0,03	2,97±0,01	1,22±0,01	5,78±0,01	2,40±0,03	0,89±0,01	4,60±0,01
P <sub>150</sub>	2,78±0,11	1,21±0,01	4,16±0,06	2,89±0,01	1,22±0,01	5,58±0,01	2,24±0,01	0,89±0,01	4,68±0,01
P <sub>180</sub>	2,73±0,11	1,34±0,01	4,14±0,12	2,74±0,01	1,22±0,01	5,90±0,01	2,26±0,04	0,87±0,01	4,60±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>30</sub>	2,84±0,03	1,16±0,07	4,38±0,13	3,03±0,01	1,19±0,01	5,72±0,01	2,54±0,03	0,86±0,04	4,72±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>60</sub>	2,89±0,08	1,28±0,02	4,35±0,13	3,08±0,01	1,18±0,01	5,71±0,01	2,68±0,09	0,79±0,01	4,80±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>90</sub>	3,07±0,01	1,33±0,03	4,29±0,07	2,93±0,01	1,12±0,01	5,52±0,01	2,87±0,01	0,82±0,01	4,93±0,01
N <sub>30</sub>	2,53±0,08	1,13±0,01	4,24±0,03	2,80±0,01	1,14±0,01	5,25±0,01	2,80±0,01	0,74±0,01	4,22±0,01
среднее	2,69±0,22	1,13±0,18	4,16±0,15	2,87±0,14	1,20±0,04	5,64±0,19	2,43±0,28	0,83±0,06	4,53±0,28

В фазе цветения содержание азота было выше по фонам с азотными удобрениями. Разница с контрольным фоном для азотных удобрений (P<sub>90</sub>) достигла – 0,58 % в 2018 году по фону P<sub>90</sub>N<sub>90</sub> и 0,50 % в 2020 году по фону P<sub>90</sub>N<sub>60</sub>. В 2019 году разница была ниже – 0,22 %, фон P<sub>90</sub>N<sub>60</sub>.

По содержанию фосфора в растениях в фазе цветения самая большая разница с контролем была в 2018 году по фону P<sub>180</sub> – 0,56 %, в 2019 году по фону P<sub>90</sub> – 0,06 % и 2020 году по фону P<sub>120</sub> – 0,15 %, соответственно. Улучшение азотно-фосфорного питания стимулировало потребление калия. Аналогично фазе ветвления самое высокое содержание в фазе цветения было у калия. В 2018 году среднее по опыту содержание калия в растениях было 4,16 %, в 2019 году – 5,64 %, в 2020 году – 4,53 %. Процентное соотношение питательных элементов в растениях чечевицы в фазу цветения сохранилось.

Однако, по сравнению с фазой ветвления, в фазу цветения отмечено постепенное снижение процентного содержания питательных элементов – фосфора и калия, что сходится с результатами исследований Галды Д. Е., Есаулко А. Н. [8].

Содержание питательных элементов в растениях в фазе цветения в острозасушливом 2019 году было самым высоким, благоприятный 2018 год характеризовался средним содержанием, а 2020 год с суммой осадков за июнь-июль в 114 мм характеризовался самым меньшим содержанием питательных элементов.

Накопление азота в растениях в период вегетации и постепенное снижение фосфора и калия напрямую отразилось на содержании питательных элементов в зерне чечевицы, табл. 3.

Таблица 3. Влияние гидротермических условий и минеральных удобрений на химический состав семян чечевицы, %

Внесено, кг д.в./га	2018 год (ГТК=0,95)			2019 год (ГТК=0,31)			2020 год (ГТК=0,72)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
O	3,01±0,01	1,17±0,01	2,66±0,35	3,40±0,01	1,80±0,01	2,37±0,01	2,51±0,01	1,00±0,01	2,51±0,01
P <sub>60</sub>	3,06±0,09	1,40±0,01	2,69±0,27	3,75±0,01	1,82±0,01	2,36±0,01	2,57±0,01	1,03±0,01	2,52±0,01
P <sub>90</sub>	3,11±0,15	1,50±0,01	2,72±0,24	3,80±0,01	1,87±0,01	2,30±0,01	2,76±0,05	1,10±0,03	2,55±0,01
P <sub>120</sub>	3,00±0,06	1,60±0,01	2,68±0,38	3,76±0,03	1,94±0,03	2,27±0,01	2,82±0,01	1,14±0,01	2,54±0,01
P <sub>150</sub>	3,14±0,11	1,53±0,01	2,72±0,35	3,53±0,01	2,01±0,07	2,24±0,01	2,75±0,03	1,17±0,03	2,53±0,01
P <sub>180</sub>	3,15±0,01	1,52±0,03	2,51±0,32	3,48±0,01	2,14±0,03	2,21±0,01	2,45±0,11	1,08±0,01	2,59±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>30</sub>	3,23±0,09	–	2,79±0,01	3,81±0,03	1,93±0,07	2,20±0,01	2,63±0,01	1,03±0,01	2,64±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>60</sub>	3,39±0,01	1,31±0,05	2,54±0,20	3,94±0,01	2,00±0,10	2,19±0,01	2,99±0,06	0,99±0,01	2,53±0,01
P <sub>90</sub> N <sub>90</sub>	3,44±0,01	1,44±0,01	2,49±0,20	4,04±0,01	1,91±0,10	2,14±0,01	3,27±0,11	1,25±0,01	2,51±0,01
N <sub>30</sub>	3,26±0,05	1,32±0,01	2,43±0,13	3,55±0,01	1,81±0,01	2,20±0,01	2,77±0,05	1,01±0,01	2,54±0,01
среднее	3,18±0,15	1,42±0,13	2,59±0,12	3,70±0,21	1,90±0,11	2,20±0,07	2,75±0,24	1,08±0,08	2,51±0,04

Как показывает анализ данных химического состава семян табл. 3, тенденция постепенного увеличения содержания азота сохранилась. В период налива и созревания семян накопленный в листьях, стеблях и створках бобов азот ассимилировался в зерне, это подтверждается его низким содержанием

в соломе. В соломе в среднем по опыту содержание азота: в 2018 году – 1,50 %, в 2019 году – 2,40 %, в 2020 году 1,29 %, что ниже в 2 раза, чем в фазах ветвления, цветения и зерне.

Содержание калия неизменно снижалось весь период вегетации. В растениях в фазу ветвления отмечался самый высокий процент калия более 6 %, а в зерне в 2–2,5 раза меньше. Большая часть калия накопилась в (вегетативной части) соломе: в 2018 году – 4,63 %, в 2019 году – 5,0 %, в 2020 году – 4,74 % по опыту.

Содержание фосфора в растениях в период вегетации и зерне не сильно изменялось.

Внесение фосфорных удобрений усиливало потребление азота, но более высоким содержанием отмечались варианты с внесением азотных удобрений. В благоприятные 2018 и 2020 гг. содержание азота было меньше, чем в острозасушливом 2019 году как в период вегетации, так и в зерне, что связано с его разбавлением в сформировавшейся маленькой биомассе.

В 2018 году самое высокое содержание азота и белка (в среднем по опыту) отмечено по фону P<sub>90</sub>N<sub>90</sub> – 3,44 % и 19,3 % соответственно, табл. 4.

Таблица 4. Влияние удобрений и гидротермических условий на урожайность (ц/га) и белковость (%) чечевицы

Внесено кг д.в./га	Урожайность «О» + прибавка, ц/га	Белок		Урожайность «О» + прибавка, ц/га	Белок, %		Урожайность «О» + прибавка, ц/га	Белок, %	
		%	кг/га		%	кг/га		%	кг/га
		2018 год (ГТК=0,95)			2019 год (ГТК=0,31)			2020 год (ГТК=0,72)	
«О»	11,5	16,8	193,2	1,8	19,0	34,2	15,0	14,1	211,5
P <sub>60</sub>	+3,6	17,1	258,2	+0,3	21,0	44,1	+3,2	14,4	262,1
P <sub>90</sub>	+3,7	17,4	264,5	+0,6	21,3	51,1	+6,0	15,5	325,
P <sub>120</sub>	+5,6	17,6	301,0	+0,8	21,1	54,9	+8,4	15,8	369,7
P <sub>150</sub>	+4,5	16,8	268,8	+0,7	19,8	49,5	+6,1	15,4	324,9
P <sub>180</sub>	+5,5	17,6	299,2	+0,7	19,5	48,7	+3,6	13,7	254,8
P <sub>90</sub> N <sub>30</sub>	+5,1	18,1	300,5	+1,0	21,3	59,6	+8,7	14,7	348,4
P <sub>90</sub> N <sub>60</sub>	+4,8	19,0	309,7	+0,7	22,1	55,2	+7,8	16,7	380,8
P <sub>90</sub> N <sub>90</sub>	+6,7	19,3	351,3	+1,1	22,6	65,5	+6,5	18,3	393,4
N <sub>30</sub>	+1,8	18,2	242,1	+0,3	19,9	41,8	+3,5	15,5	286,7
Среднее	+4,6	17,8	277,7	+0,7	20,8	49,9	+5,9	15,4	314,2
НСР <sub>0,95</sub> (урожай)	1,3			0,23			2,22		
m, %	3,1			3,32			3,22		

В острозасушливом 2019 году самое высокое содержание азота получено на фонах с внесением азотных удобрений до 4,0 %, что определило и содержание белка от 19 до 21 % по фосфорным, до 23 % по азотно-фосфорным вариантам. На фоне P<sub>90</sub> за счет азота содержание белка повысилось на 1,3 %. Соответственно содержание белка на неудобренном фоне, т.е. на контроле было на 0,3% ниже и повышалось за счет фосфора на 1,3 %, причем с повышением доз до 90 кг. На более высоких фонах содержание белка снижалось с 21,3 до 19,5 %, что говорит о токсичном действии переизбытка питательных веществ.

В 2020 году чечевица хорошо реагировала на внесение азотных удобрений, повышая содержание азота на 0,76 % и соответственно содержание белка увеличивалось до 18,3 % в сравнении с 14,1 % на контроле.

Сформировавшаяся в годы исследования урожайность и качество чечевицы, являются отражением климатических и созданных почвенных условий. Влияние климатических условий видны в контрастной урожайности 2019 года (1,8 ц/га) и 2020 года (15,0 ц/га), разница в 8 раз, но качество лучше в острозасушливом 2019 году. 2018 год был самым благоприятным (ГТК=0,95), однако по сравнению с умеренно-засушливым 2020 годом (ГТК=0,72) урожайность и прибавка ниже, что связано с распределением осадков в вегетационный период. В 2020 году они пришлись на критические фазы роста (всходы, цветение, формирование бобов), что способствовало формированию высокой урожайности – 23,4ц/га по фону P<sub>120</sub> и 23,4ц/га по фону P<sub>90</sub>N<sub>30</sub> – 23,7ц/га и низкому качеству по сравнению с 2018 годом.

Фоны минерального питания, созданные внесением удобрений, способствовали увеличению урожайности и улучшению качества чечевицы до определенного уровня. В разные годы фоны питания, созданные внесением удобрений, показавшие лучшую урожайность, формировали и лучшее качество семян, они и были оптимальными для данной культуры, сорта. По фосфору оптимальным можно считать – 25–27 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/кг почвы в слое 0–20 см, по азоту – 12–14 мг N-NO<sub>3</sub>/кг почвы в слое 0–40 см. Дальнейшее увеличение внесенных доз снижало урожайность и качество.

#### Заключение

Исследования показали, что на начальных этапах роста чечевица имеет высокое содержание питательных элементов, особенно выделялся калий 4,1–6,6 %, далее азот 1,5–3,4 % и фосфор 1,4–2,1 %. По мере развития растений чечевицы (в фазу цветения) идет снижение фосфора и калия в нарастаю-

щей биомассе, но даже тогда показатели были высокие: фосфор – 0,7–1,3 %, калий – 4,0–5,9 %. По мере роста и развития чечевицы содержание азота в растениях росло.

Внесение минеральных удобрений положительно влияло на содержание питательных элементов в почве и их накопление в растениях. Лучшее всего показали себя азотно-фосфорные фоны с оптимальными уровнями обеспеченности питательными веществами, т.е. фоны с наилучшей прибавкой к урожаю. Чечевица хорошо отзывалась на внесение минеральных удобрений и улучшала качество семян чечевицы (+3,2–4,2 % белка).

Немаловажное значение в изменении содержания и накоплении питательных веществ имеют гидротермические условия, которые напрямую связаны с формированием биомассы и распределением питательных веществ в ней.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что содержание питательных элементов в семенах чечевицы начинают накапливаться уже на начальных этапах роста и развития растений, и в дальнейшем являются основным источником питательных элементов при наливе зерна. Поэтому заблаговременное внесение минеральных удобрений и создание оптимальных условий минерального питания позволяет не только получить высокий, но и качественный урожай.

Источник финансирования: грантовый проект 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», руководителем которого была д.с.-х.н., профессор В. Г. Черненко

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Shekib, L. A., Zoueil, M. E., Youssef, M. M., Mohamed, M. S. Amino acid composition and In vitro digestibility of lentil and rice proteins and their mixture / L. A. Shekib, M. E. Zoueil, M. M. Youssef, M. S. Mohamed // Food Chemistry. – 1986. – 20. – P. 61 – 67.
2. Singh, N., Singh, G. Response of lentil (*Lens culinaris* Medikus) to phosphorus-A review / N. Singh, G. Singh // Agricultural Reviews. – 2016. – 37(1). – P. 27 – 34.
3. Zeidan, M. S. Effect of Organic manure and Phosphorus Fertilizers on Growth, Yield and Quality of Lentil Plants in Sandy / M. S. Zeidan // Soil Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2007. – 3(6). – P. 748 – 752.
4. Кузнецов, И. С. Влияние сроков посева на урожайность чечевицы / И. С. Кузнецов // AgroXXI. – 2008. – № 7-9. – С. 39 – 40.
5. Jezierny, D., Mosenthin, R., Bauer, E. The use of grain legumes as A protein source in pig nutrition: a review / D. Jezierny, R. Mosenthin, E. Bauer // Anim. Feed Sci. Technol. – 2010. – 157. – P. 111 – 128.
6. Sebastian, M., Gheorghie, D. Fertilization effect concerning the yield and quality indicators for *Lens Culinaris* L. / M. Sebastian, D. Gheorghie // Research Journal of Agricultural Science. – 2010. – 42(4). – P. 110 – 112.
7. Шевцова, Л. П. Адаптивность и совершенствование технологии производства чечевицы тарелочной в степном Поволжье / Л. П. Шевцова, А. Ф. Дружкин // Аграрный Научный Журнал. – 01. 2016. – С. 40–43.
8. Галда, Д. Е. Урожайность и качество зерна сортов чечевицы в зависимости от определенных норм минеральных удобрений на черноземе выщелоченном / Д. Е. Галда, А. Н. Есаулко // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – № 4(28). – С. 92 – 97.
9. Gulmezoglu, N., Kayan, N. Dry Matter and Nitrogen Accumulation During Vegetative and Grain Filling of Lentil (*Lens culinaris* Medic.) as Affected by Nitrogen Rates / N. Gulmezoglu, N. Kayan // Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. – 2011. – 39(2). – P. 196 – 202.
10. Xie, J., Schoenau, J., Warkentin, T. D. 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 / J. Xie, J. Schoenau, T.D. Warkentin // Canada Can. J. Plant Sci. – 2018. – 98. – P. 5 – 16.
11. Togay, Y., Togay, N., Dogan, Y. Research on the effect of phosphorus and molybdenum applications on the yield and yield parameters in lentil (*Lens culinaris* Medic.) / Y. Togay, N. Togay, Y. Dogan // Afr. J. Biotech. – 2008. – 7. – P. 1256 – 1260.
12. Yumnam, T., Luikham, E., Singh, A. H. Influence of Phosphorus on Growth and Yield of Promising Varieties of Lentil (*Lens culinaris* L. Medik) / T. Yumnam, E. Luikham, A. H. Singh // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2018. – 7(8). – P. 162 – 170.
13. Kaneez, F., Nazir, H., Pir, F. A., Mohd, M. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of Lentil (*Lens culinaris*) / F. Kaneez, H. Nazir, F. A. Pir, M. Mohd // Elixir Appl. Botany. – 2013. – 57. – P. 14323 – 14325.
14. Сорт чечевицы «Крапинка». [Электронный ресурс]. – 2022 – URL: [https://baraev.kz/o\\_centre/proekty/159-sort-chechevicy-krapinka.html](https://baraev.kz/o_centre/proekty/159-sort-chechevicy-krapinka.html).
15. Мудрых, Н. М. Пособие к лабораторным занятиям по агрохимии / Н. М. Мудрых, М. А. Алёшин. – Пермь. ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. – 52 с.
16. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) // Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Черненко, В. Г. Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане / В. Г. Черненко. – Астана, 2009. – 66 с.