

**НАКОПЛЕНИЕ АЗОТА В ОРГАНАХ НУТА МЕТОДОМ ИЗОТОПНОЙ
ИНДИКАЦИИ И ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И
БИОПРЕПАРАТОВ НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ В ПРИУРАЛЬЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**NITROGEN ACCUMULATION IN CHICKPEA ORGANS BY ISOTOPE
INDICATION AND INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND
BIOPREPARATES ON ITS PRODUCTIVITY IN URAL REGION OF
KAZAKHSTAN**

Глепов А.С., Джапаров Р.Ш., Ахметов Е.Б.

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, 090009,
Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, Казахстан

Corresponding author: zapkazatu@wkau.kz

АННОТАЦИЯ

ABSTRACT

В статье рассмотрены вопросы выявления закономерности динамики поступления и распределения азота в растении в различные фазы развития, его перемещение по органам, для усовершенствования теоретических основ и создания системы применения азотных удобрений для зерно-бобовых культур и определена продуктивность нута в зависимости от применяемых удобрений и биопрепаратов. Применяя в качестве источника азота для растений сульфат аммония, аммиачную селитру и любые другие соединения азота, обогащенные изотопом ¹⁵N, и определяя затем содержание изотопа ¹⁵N в выделенных из растения соединениях азота, можно совершенно однозначно ответить на вопрос о том, как быстро поступает азот в тот или иной орган растения, с какой скоростью и в каких органах и тканях растений образуются интересующие нас азотистые органические соединения и какова их дальнейшая судьба в растениях. При этом весьма важным является то обстоятельство, что изотоп азота ¹⁵N по своему действию на живой организм в любой концентрации ничем не отличается от обычного азота. При использовании наиболее обогащенных изотопом ¹⁵N аммонийных или азотнокислых солей они будут оказывать на растения в точности такое же действие, как и

обычные аммонийные или азотнокислые соли. Никакого токсического или, наоборот, стимулирующего влияния на растения и на животных изотоп ¹⁵N не оказывает. Использование микробных препаратов представляет большой интерес в данном регионе для зернобобовых культур, что даст лучшее представление об азотфиксации в зависимости от почвенно-климатических условий.

Ключевые слова: нут, минеральное удобрение, изотоп ¹⁵N, микробный препарат, продуктивность культуры.

ВВЕДЕНИЕ

INTRODUCTION

Для засушливых регионов большой интерес представляет ценная однолетняя зернобобовая культура нут. При наличии скороспелых сортов он может с успехом возделываться в Западно-Казахстанской области и на приграничных с ней территориях.

Нут является ценной продовольственной и кормовой культурой, обладая самой высокой питательной ценностью среди зернобобовых культур. Нут хорошо переносит засуху, обладает устойчивостью к болезням и вредителям. Его возделывание в регионе является одним из перспективных направлений с.-х. отрасли в обеспечении продовольственного снабжения населения, повышении продуктивности животноводства.

В современных условиях необходима более точная оценка интенсивности и направленности процессов трансформации азота в системе почва - растение. Крайне необходимо установить реальные размеры использования сельскохозяйственными культурами азота удобрений. Необходимо определить размеры симбиотической фиксации азота при возделывании бобовых культур. Практически отсутствуют данные о процессах иммобилизации (закреплении) азота удобрений в почве в условиях сухостепной зоны Казахстана. Не установлены размеры потерь азота из почвы.

Изучение процесса трансформации азота удобрений в почве и поступление его в растениях является вопросом, который интересует ученых всего мирового сообщества. Так, ученые из Китая проводят многолетние исследования по изучению увеличения валового коэффициента трансформации азота и поглощения азота на рисовых полях (Chen et al., 2016; Dou et al., 2016). Ученые из США используют метод изотопной индикации для

изучения количественного определения его поглощения и оценки удерживания N¹⁵ в тканях биоты (Ballentine et al., 2016). Французскими учеными проводились исследования по изучению динамики цикла азота почвы и бассейнов углерода после преобразования земель из луговых в пахотные и обратно, а также риски потерь азота от преобразования таких систем (Attard et al., 2016; Huppi et al., 2016).

Ранее проведенные исследования учеными Западно-Казахстанского аграрно-технического университета на яровой пшенице с применением стабильного изотопа N¹⁵ позволили уточнить потребление азота минеральных удобрений культурой, закрепления его в почве и учесть газообразные потери азота (Сергалиев, 2013; Сергалиев, 2012).

Применяя в качестве источника азота для растений сульфат аммония, аммиачную селитру и любые другие соединения азота, обогащенные изотопом ¹⁵N, и определяя затем содержание изотопа ¹⁵N в выделенных из растения соединениях азота, можно совершенно однозначно ответить на вопрос о том, как быстро поступает азот в тот или иной орган растения, с какой скоростью и в каких органах и тканях растений образуются интересующие нас азотистые органические соединения и какова их дальнейшая судьба в растениях. При этом весьма важным является то обстоятельство, что изотоп азота ¹⁵N по своему действию на живой организм в любой концентрации ничем не отличается от обычного азота. При использовании наиболее обогащенных изотопом ¹⁵N аммонийных или азотнокислых солей они будут оказывать на растения в точности такое же действие, как и обычные аммонийные или азотнокислые соли. Никакого токсического или, наоборот, стимулирующего влияния на растения и на животных изотоп ¹⁵N не оказывает (Турчин, 1972).

Использование микробных препаратов представляет большой интерес в данном регионе для зернобобовых культур, что даст лучшее представление об азотфиксации в зависимости от почвенно-климатических условий (Посыпанов, 1985).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

MATERIALS AND METHODS

Исследования проводились в 2015-2017 гг. в условиях вегетационно-полевого опыта (сосуды без дна площадью 0,13 м²) гг. на темно-каштановой тяжелосуглинистой почве опытного участка ЗКАТУ им. Жангир хана. Закладка опыта и математическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову (1985). Применение изотопа азота ¹⁵N в опыте

по Д.А. Коренькову (Кореньков, 1977). Объект исследования - нут сорта Краснокутский 36. Норма высева - 900 тыс. семян/га.

Изучалась эффективность применения двух микробных препаратов: флавобактерина и ризоторфина, а так же минеральных удобрений: аммиачной селитры (обогащенной стабильным изотопом ¹⁵N), двойного суперфосфата и 60% калийной соли.

Азотные удобрения вносили в дозе 1,15 г/сосуд (из расчета 3 г/м²), что соответствует 30 кг/га д.в. (N₃₀). В качестве фона использовали двойной суперфосфат и калийную соль в дозах эквивалентных 30 кг/га д.в. (P₃₀K₃₀). Повторность опыта - шестикратная.

Ризоторфин – инокулянт для семян нута необходим для увеличения размеров симбиотической фиксации азота, создан на основе эффективных штаммов клубеньковых бактерий *Mesorhizobium ciceri* и флавобактерин - препарат антифунгального, или антигрибного действия, в состав входит новый штамм бактерий из рода *Pseudomonas*.

Схема опыта:

- 1 Контроль.
- 2 Фон P₃₀+K₃₀
- 3 Фон + N₃₀
- 4 Фон + Ризоторфин
- 5 Фон + Ризоторфин + N₃₀
- 6 Фон + Флавобактерин
- 7 Фон + Флавобактерин + N₃₀
- 8 Фон + Ризоторфин + Флавобактерин + N₃₀

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

RESULTS AND DISCUSSIONS

Содержание гумуса почвы опытного участка соответствует типам и подтипам темно-каштановой почве Западно-Казахстанской области и составляет 3,19% в слое 0-30 см. Содержание общего азота в слое 0-30 см составило 0,13% по профилю. Содержание подвижного фосфора, составило 1,2 мг/100г почвы, что по степени обеспеченности является низкой. Согласно группировке почв по содержанию в них обменного калия, в

исследуемом слое составляет 19,4 мг/100 г почвы, по Протасову и Гусейнову по степени обеспеченности почва так же является низко обеспеченной.

Бобовая культура нут характеризуется потенциальной урожайностью до 1,5 - 2 т/га. Реальный сбор зерна зависит от ряда факторов, среди которых особое значение имеет обеспеченность растений влагой, плодородие почвы, сортовые семена, внесение удобрений и инокуляция семян биопрепаратами.

Урожайность культуры по годам характеризовалась одинаковой зависимостью от использования средств химизации и биологизации в земледелии.

В среднем за годы исследований урожайность нута (табл. 1) была в интервале от 0,74 т/га на контрольном варианте до 1,12 т/га с использованием минеральных удобрений и биопрепаратов.

Увеличение урожайности зернобобовой культуры связано с изменением условий минерального питания растений за счет внесения удобрений и применения микробных биопрепаратов. Улучшение фосфорного и калийного питания растений в результате внесения одноименных минеральных удобрений обеспечило получение достоверной прибавки урожайности зерна на 21,6%. Внесение полного минерального удобрения (азота, фосфора и калия) способствовало дальнейшему росту прибавки от азота, которая составила 35,1 %.

Инокуляция семян нута биопрепаратом ризоторфин, созданном на основе активных штаммов ризобактерий *Mesorhizobium ciceri*, способствующих увеличению симбиотической азотфиксации, достоверно увеличила урожайность зерна относительно фона P₃₀K₃₀ на 0,10 т/га (11,1 %). Посев семян, обработанных ризоторфином, на фоне с внесением полного минерального удобрения увеличил сбор зерна по отношению к контролю на 0,34 т/га, или на 45,9 %, при этом эффект от азотного удобрения составил 0,08 т/га (8,0 %), прибавка от биопрепарата была аналогичной.

Оценка эффективности инокуляции семян нута флавобактерином, относящегося к группе препаратов комплексного действия, так же показала положительное его действие на урожайность зерна изучаемой бобовой культуры. За счет инокуляции семян нута флавобактерином прибавка зерна составила 5,6% на фоне P₃₀K₃₀ и 7,0% на фоне полного минерального удобрения

Таблица 1. Урожайность нута, среднее за 2015-2017 гг.**Table 1.** Yield of chickpea, average for 2015-2017

Вариант	Урожай- ность, т/га	Прибавка урожая к контролю		Прибавка от азотного удобрения		Прибавка от биопрепарата	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	0,74	-	-	-	-	-	-
2	0,90	0,16	21,6	-	-	-	-
3	1,00	0,26	35,1	0,10	11,1	-	-
4	1,00	0,26	35,1	-	-	0,10	11,1
5	1,08	0,34	45,9	0,08	8,0	0,08	8,0
6	0,95	0,21	28,4	-	-	0,05	5,6
7	1,07	0,33	44,6	0,12	12,0	0,07	7,0
8	1,12	0,38	51,4	-	-	0,12	12,0
HCP ₀₅	0,02	-	-	-	-	-	-

HCP₀₅ is a LSD at 0.05 level of significance

Сравнивая действие изучаемых препаратов, следует подчеркнуть, что наиболее эффективно себя проявил ризоторфин, показав достоверную прибавку - 35,1%. При комплексном использовании средств химизации и биологизации (биопрепараты ризоагрин + флавобактерин) урожайность зерна нута возросла на 0,38 т/га или на 51,4 %. От бинарного использования биопрепаратов рост урожайности зерна нута увеличился на 0,12 т/га или на 12,0 % по сравнению с внесением полного минерального удобрения.

По сравнению со злаковыми культурами зерно нута характеризуется более высоким содержанием сырого белка. Его концентрация определяется условиями минерального питания растений, которое обеспечивается уровнем плодородия почвы и применением средств химизации и биологизации. В данном опыте содержание в зерне сырого белка изменялось от 26,4 до 30,4 % (табл. 2).

Увеличение белковости зерна связано с применением азотного удобрения и использованием биопрепаратов для инокуляции семян, поскольку эти факторы улучшают азотное питание растений то, как результат увеличивается содержание азота в зерне нута. В частности, при внесении полного минерального удобрения белковость зерна возросла на 2,1 % абсолютных, от внесения фосфорного и калийного – на 0,9%.

При инокуляции семян биопрепаратами содержание белка в зерне возросло на 2,3-2,4 % (абсолютных) в сравнении с его фоном, от стандарта данный показатель увеличивался на 1,4-1,5 %. Наибольшим данный показатель был при использовании полного минерального удобрения и ризоторфина.

Таблица 2. Содержание и сбор сырого белка**Table 2.** Content and yield of row protein

Вариант	Содержание сырого белка в зерне, %	Сбор сырого белка, кг/га
1. Контроль	26,4	200,5
2. P ₃₀ K ₃₀ - фон	27,3	259,5
3. P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	28,5	319,2
4. P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин	28,8	316,9
5. P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + N ₃₀	30,4	349,3
6. P ₃₀ K ₃₀ + Флавобактерин	28,7	289,7
7. P ₃₀ K ₃₀ + Флавобактерин + N ₃₀	30,2	347,2
8. P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + Флавобактерин + N ₃₀	29,8	360,7
HCP ₀₅	0,05	-

HCP₀₅ is a LSD at 0.05 level of significance

Так, при использовании ризоторфина и флавобактерина (5 и 7 варианты) увеличение белка в зерне составило на 3,8-4,0 % (абсолютного) по сравнению с контролем. От взаимодействия двух биопрепаратов (8 вариант) белковость зерна увеличивалась на 3,4 %.

Между урожайностью зерна нута и содержанием в нем белка отмечалась сильная прямая корреляционная зависимость ($r=+0,75$). Наряду с концентрацией в зерне сырого белка, важное значение при оценке продуктивности культуры имеет его сбор с единицы площади. Сбор белка с урожаем определяется белковостью (концентрацией) и величиной его урожайности. Как показывают расчеты, сбор белка с 1 га изменяется от 218,4 до 345,7 кг/га. С ростом урожайности зерна и концентрации в нем белка увеличивался и сбор белка с единицы площади. Максимальный сбор белка (347 – 360 кг/га) получен при выращивании нута, семена которого были инокулированы биопрепаратами (как отдельно, так и совместно), на фоне с внесением полного минерального удобрения.

Применение меченого азота позволило достоверно установить использование его растениями на формирование урожая, закрепление в почве и потери (табл. 3). На формирование урожая используется 37-41% от внесенного количества минерального удобрения, 35-41% закрепляется в почве и 18-26% составляют неучтенные, относящиеся преимущественно к газообразным потерям. Изучаемые биопрепараты, практически, не влияют на использование азота удобрения для формирования урожая (37-41%), однако ризоторфин и совместное его применение с флавобактерином повышают закрепление азота в почве и снижают его газообразные потери.

Таблица 3. Использование ¹⁵N на формирование урожая нута**Table 3.** Uptake of ¹⁵N for the formation of chickpea yield

Вариант	Использовано растениями ¹⁵ N удобрений		Закрепилось в почве ¹⁵ N удобрений		Неучтенные потери ¹⁵ N удобрений	
	мг/сосуд	%	мг/сосуд	%	мг/сосуд	%
P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	110	39	98	35	73	26
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + N ₃₀	104	37	107	38	70	25
P ₃₀ K ₃₀ + Флавобактерин + N ₃₀	107	38	104	37	70	25
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + Флавобактерин + N ₃₀	115	41	115	41	51	18

При использовании под нут азотного удобрения и применения биопрепаратов важно определить за счет каких его источников формируется урожай. С помощью меченого азотного удобрения (табл. 4) удалось установить долю азота почвы, азота удобрения и «экстра» – азота (дополнительная минерализация почвенного азота при внесении азотных удобрений). При внесении только минеральных удобрений урожайность нута формируется на 65% за счет азота почвы, за счет азота удобрений – на 12,7% и на 18% за счет азота биологического, на долю "экстра" – азота приходится около 4,2%. При использовании биопрепаратов снижается доля азота почвы до 58-60% и азота удобрения до 11-12%, но возрастает доля симбиотического азота до 28% на вариантах с ризоторфином, содержащем клубеньковые бактерии. Доля "экстра" – азота на вариантах с ризоторфином не возрастает, но увеличивается при инокуляции флавобактерином.

Анализ динамики и структуры потребления нутом азота удобрений и азота почвы в период вегетации свидетельствует о том, что в начальную фазу (всходы) максимальное количество меченого азота удобрения закрепляется в почве. За счет потребления азота в период формирования биомассы снижается его закрепление в почве, увеличивается накопление в урожае и возрастают неучтенные потери с 4-8 до 20-28%.

Применение для инокуляции семян нута ризоторфина и флавобактерина, практически, не изменяет использование растениями азота удобрения на формирование урожая. Ризоторфин и бинарное применение биопрепаратов повышают с 34 до 39-41%; закрепление азота удобрения в почве и снижают с 28 до 20-25% газообразные потери. Флавобактерин, практически, не влияет на закрепление азота в почве и потери азота удобрения.

Таблица 4. Доля источников N в формировании урожая зерна нута сорта**Table 4.** The share of N sources in the formation of chickpea grain yield

Вариант	Вынос N урожаем		N почвы		N удобрения		Симбиотический азот		«Экстра»- N	
	мг/ сосуд	%	мг/ сосуд	%	мг/ сосуд	%	мг/ сосуд	%	мг/ сосуд	%
P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	865	100	562	65,0	110	12,7	156	18	37	4,2
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + N ₃₀	933	100	562	60,2	104	11,1	261	28	6	0,6
P ₃₀ K ₃₀ + Флавобактерин + N ₃₀	956	100	562	58,8	107	11,2	191	20	96	10,0
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + Флавобактерин + N ₃₀	970	100	562	57,9	115	11,9	281	29	12	1,2

Основным источником формирования урожая нута является азот почвы, доля которого достигает 50-59% от общего выноса (табл. 6).

При внесении азотного удобрения 11-13% от общего выноса азота урожаем приходится на азот применяемых удобрений, а при использовании биопрепаратов, особенно симбиотического ризоторфина, доля биологического азота достигает 20-25%, при этом в результате бинарной инокуляции доля биологического азота достигает максимального значения. Связано это с тем, что в результате инокуляции семян на корнях образуются клубеньковые бактерии, обеспечивающие вовлечение в агроценоз симбиотически связанного азота.

Таблица 6. Доля источников N в формировании урожая зерна нута, %, среднее за 2015-2017 гг.**Table 6.** The share of N sources in the formation of chickpea grain yield, %, average for 2015-2017.

Вариант	Вынос N урожаем	N почвы	N удобрения	Симбиоти- ческий азот	«Экстра» - азот
P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	100	59	13	18	11
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + N ₃₀	100	53	11	22	13
P ₃₀ K ₃₀ + Флавобактерин + N ₃₀	100	51	11	18	20
P ₃₀ K ₃₀ + Ризоторфин + Флавобактерин + N ₃₀	100	50	12	25	13

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

CONCLUSIONS

Урожайность зерна нута в результате внесения минеральных удобрений и биопрепаратов возрастает с 0,74 т/га до 1,12 т/га, или на 22-51%. Прибавки от азотного удобрения составляют 8-12%, от биопрепаратов – 6-12%, то есть положительная роль средств химизации и биологизации является равноценной. При комплексном

использовании азотного удобрения и биопрепаратов ризоагрин или флавобактерин урожайность зерна нута возрастает на 45-46%, а от бинарной инокуляции этими биопрепаратами на 51%. На фоне без азотного удобрения (P₃₀K₃₀) эффект от применения ризоагрина равен 35%, а от флавобактерина чуть меньше – 28%.

Исходя из вышеотмеченного можно констатировать, что для получения урожайности зерна нута порядка 1 т/га возможно внесение на фоне P₃₀K₃₀ азотного удобрения в дозе 30 кг/га, или использование для инокуляции семян биопрепаратов ризоторфин или флавобактерин, а также возможно использование предпосевной бинарной инокуляции семян этими препаратами.

Растения нута используют 32-35% азота от внесенной дозы удобрения на формирование урожая. Максимальный коэффициент использования азота получен при бинарной инокуляции семян ризоагрином и флавобактерином, отдельная инокуляция семян этими биопрепаратами обеспечивает тенденцию снижения коэффициента использования азота растениями на формирование урожая.

Биопрепараты повышают закрепление в почве азота удобрений с 35 до 39-43% от внесенной дозы удобрения. Максимальное закрепление в почве азота происходит при бинарной инокуляции семян. В этом же варианте наблюдаются минимальные неучтенные потери азота удобрений, что связано с увеличением использования его на формирование урожая и большей закрепленностью в почве, что, несомненно, является положительным фактом с экологической точки зрения.

При формировании урожая нута основная доля азота принадлежит азоту почвы - 51-59%. При внесении под нут азотного удобрения его доля в формировании урожая составляет 11-13%. При инокуляции семян биопрепаратами доля симбиотического азота в выносе составляет 18-25%, при этом в результате применения ризоторфина количество биологического азота увеличивалось на 4-7%. Доля "экстра"- азота, образующегося при внесении в почву азотного удобрения, в формировании урожая при использовании ризоагрина достигала 11-13%, а на фоне инокуляции семян флавобактерином его доля возрастала до 20%, что, вероятно, связано с дополнительной минерализацией почвенного азота.

ACKNOWLEDGEMENT

Исследования выполнялись в рамках программы грантового финансирования Комитета науки МОН Республики Казахстан по проекту «Изучение трансформации азота минеральных удобрений на зерно-бобовой культуре *Cicer arietinum* методом изотопной индикации» (№ госрегистрации 0115PK01771)

ЛИТЕРАТУРА

- Attard E., Le Roux X., Charrier X., Delfosse O., Guillaumaud N., Lemaire G., Recous S. 2016. Delayed and asymmetric responses of soil C pools and N fluxes to grassland/cropland conversions. *Soil Biology & Biochemistry*. V. 97. pp. 31-39.
- Ballentine M. L., Ariyaratna T., Smith R. W., Cooper C., Viahos P., Fallis S., Groshens T. J., Tobias C. 2016. Uptake and fate of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX) in coastal marine biota determined using a stable isotopic tracer, N-15 – RDX. *Chemosphere*. V. 153, pp. 28-38.
- Chen Z. Z., Zhang J. B., Xiong Z. Q., Pan G. X., Muller C. 2016. Enhanced gross nitrogen transformation rates and nitrogen supply in paddy field under elevated atmospheric carbon dioxide and temperature. *Soil Biology & Biochemistry*. V. 94. pp. 80-87.
- Dou Y., Howard K. W. F., Qian H. 2016. Transport Characteristics of Nitrite in a Shallow Sedimentary Aquifer in Northwest China as Determined by a 12-Day Soil Column Experiment. *Exposure and Health*. V. 8(3), pp. 381-387.
- Huppi R., Neftel A., Lehmann M. F., Krauss M., Six J., Leifeld J. 2016. N use efficiencies and N₂O emissions in two contrasting, biochar amended soils under winter wheat-cover crop-sorghum rotation. *Environmental Research Letters* V. 11(8).
- Сергалиев Н.Х. 2012. Изучение трансформации азота минеральных удобрений методом изотопной индикации с применением стабильного изотопа ¹⁵N: отчет о НИР (промежуточ). Зап.-Казахст. аграр.-тех. ун-т: исполн.: М.А.Володин, Уральск, 2012. 42 с. № ГР 0112РК00516. Инв. № 0212РК01666.
- Кореньков Д.А. Методы применения изотопа азота ¹⁵N в агрохимии. Москва, Колос, 1977, 158 с.

- Посыпанов, Г.С. 1985. Азотфиксация бобовых культур в зависимости от почвенно-климатических условий. В сб.: Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. Москва, Наука (АН СССР) 1985, 16 с.
- Сергалиев Н.Х., Володин М.А., Джапаров Р.Ш. 2013. Эффективность азотных удобрений при возделывании яровой пшеницы на темно каштановой почве Западного Казахстана. Новости науки Казахстана. №3. стр. 135-139.
- Турчин Ф.М. Азотное питание растений и применение азотных удобрений. Москва, Изд-во Колос, 1972. 338 с.

REFERENCES

- Attard E., Le Roux X., Charrier X., Delfosse O., Guillaumaud N., Lemaire G., Recous S. 2016. Delayed and asymmetric responses of soil C pools and N fluxes to grassland/cropland conversions. *Soil Biology & Biochemistry*. V. 97. pp. 31-39.
- Ballentine M. L., Ariyaratna T., Smith R. W., Cooper C., Viahos P., Fallis S., Groshens T. J., Tobias C. 2016. Uptake and fate of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX) in coastal marine biota determined using a stable isotopic tracer, N-15 – RDX. *Chemosphere*. V. 153, pp. 28-38.
- Chen Z. Z., Zhang J. B., Xiong Z. Q., Pan G. X., Muller C. 2016. Enhanced gross nitrogen transformation rates and nitrogen supply in paddy field under elevated atmospheric carbon dioxide and temperature. *Soil Biology & Biochemistry*. V. 94. pp. 80-87.
- Dou Y., Howard K. W. F., Qian H. 2016. Transport Characteristics of Nitrite in a Shallow Sedimentary Aquifer in Northwest China as Determined by a 12-Day Soil Column Experiment. *Exposure and Health*. V. 8(3), pp. 381-387.
- Huppi R., Neftel A., Lehmann M. F., Krauss M., Six J., Leifeld J. 2016. N use efficiencies and N₂O emissions in two contrasting, biochar amended soils under winter wheat-cover crop-sorghum rotation. *Environmental Research Letters* V. 11(8).
- Sergaliev N.Kh. 2012. The study of the transformation of nitrogen fertilizers by the isotopic indicator method using the stable isotope ¹⁵N: report on R & D (intermediate). West Kazakhstan agrarian-technical University: Executive: M.A.Volodin, Uralsk, 2012. 42 p. No. ГР 0112PK00516. Inv. № 0212PK01666.
- Korenkov D.A. 1977. Methods of application of nitrogen isotope ¹⁵N in agrochemistry. Moscow, Kolos, 1977, 158 p.

- Posypanov G.S. 1985. Azotfixation of leguminous crops depending on soil and climatic conditions. In the collection: Mineral and Biological Nitrogen in the Agriculture of the USSR. Moscow, Science (Academy of Sciences of the USSR) 1985, 16 p.
- Sergaliev N.Kh., Volodin M.A., Japarov R.Sh. 2013. Efficiency of nitrogen fertilizers in the cultivation of spring wheat on dark chestnut soils of Western Kazakhstan. Science news of Kazakhstan. No. 3, pp.135-139.
- Turchin F.M. 1972. Nitrogen nutrition of plants and application of nitrogen fertilizers. Moscow, Kolos Publishing House, 1972, 338 p.

SUMMARY

NITROGEN ACCUMULATION IN CHICKPEA ORGANS BY ISOTOPE INDICATION AND INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND BIOPREPARATES ON ITS PRODUCTIVITY IN URAL REGION OF KAZAKHSTAN

Tlepov A.S., Dzhaparov R.Sh., Akhmetov E.B.

West-Kazakhstan agrarian-technical University named after Zhangir-khan, 090009, Republic of Kazakhstan, Uralsk city, Zhangir-khan str. 51, Kazakhstan

Corresponding author: zapkazatu@wkau.kz

The paper studies the regularities of the dynamics of nitrogen intake and distribution in the plant in various phases of development, its movement through the organs, for the improvement of theoretical foundations and the creation of a system for the application of nitrogen fertilizers for grain and legumes, and the productivity of chickpeas depending on the fertilizers and biopreparations.

Applying ammonium sulphate, ammonium nitrate and any other nitrogen compounds enriched with the ¹⁵N isotope as a source of nitrogen for plants, and then determining the ¹⁵N isotope content in the nitrogen compounds isolated from the plant, we can unequivocally answer the question of how rapidly nitrogen enters that or other organ of the plant, how fast and in which organs and tissues of plants the nitrogenous organic compounds of interest to us are formed and what is their future fate in the plants.

The most enriched with isotope ¹⁵N ammonium or nitrate salts will exert exactly the same effect on plants as ordinary ammonium or nitrate salts. No toxic or, conversely, stimulating effect on plants and animals, the ¹⁵N isotope does not exert.

The use of microbial preparations is of great interest in this region for legumes, which will give a better idea of nitrogen fixation depending on the soil and climatic conditions.

Ключевые слова: нут, минеральное удобрение, изотоп ¹⁵N, микробный препарат, продуктивность культуры.

Primljeno 2. februara 2018.

Primljeno sa ispravkama 19. februara 2018.

Odobreno 26. februara 2018.