

**Влияние удобрений на содержание гумуса и
динамику нитратного азота в темно-каштановой почве под
посевами зерновых культур**

*А.К. Куришбаев, Р.Х. Рамазанова,
А. Касипхан А, Д.Калиаскар*

В статье приведены результаты исследований по изучению влияния удобрений на содержание гумуса, динамику нитратного азота и количество азота удобрения меченного по ^{15}N , закрепленного в почве при возделывании яровых зерновых в условиях сухо-степной зоны Северного. Установлено, что минеральные удобрения обеспечили содержание гумуса на уровне контрольного варианта или с небольшим повышением. При внесении азотных удобрений на фоне предпосевного внесения P_{60} содержание гумуса повышается. Содержание N-NO_3 увеличивается в зависимости от применения азотных удобрений. На фоне с внесением P_{60} перед посевом содержание N-NO_3 выше, чем на фоне без внесения фосфорных удобрений. С использованием метода изотопной индикации выявлено, что доля азота удобрений, закрепившегося в почве под посевами пшеницы ниже, чем у тритикале. В почве закрепляется от 20-39% азота удобрений под яровой пшеницей и 25,8-50,9% под яровой тритикале.

Ключевые слова: азотные удобрения, гумус, нитратный азот, темно-каштановые почвы, меченый азот

Введение

При разработке агротехнических приемов возделывания с/х культур, следует учитывать, что они должны быть ориентированы на эффективное использование природно-климатических ресурсов конкретной зоны в зависимости от фактического уровня плодородия почвы. Создать оптимальные параметры агрохимических показателей почв в агроценозе возможно только при научно-обоснованном применении удобрений на фоне высокой

культуры земледелия. Для стабильного развития сельского хозяйства необходимо поддерживать тот оптимальный уровень плодородия почв, который сможет обеспечить получение заданных урожаев сельскохозяйственных культур [1-4].

В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства происходит ухудшение гумусного состояния почв, снижение содержания доступных форм питательных

веществ. В современных условиях хозяйствования имеет место быть угроза дальнейшей дегумификации почв снижения уровня эффективного плодородия, связанная, прежде всего, с изменениями структуры использования пашни, уменьшением внесения удобрений, нарушением агротехники и т.д. Поэтому чрезвычайно важно предусмотреть возможные негативные изменения, происходящие в органическом веществе почвы при различном использовании пашни.

О роли минеральных удобрений в регулировании баланса гумуса в почве среди исследователей нет единого мнения. В ряде работ убедительно доказано положительное влияние минеральных удобрений в балансе гумуса в почвах. У других исследователей этого не наблюдалось [5-11].

При изучении механизма увеличения коэффициентов использования питательных веществ из почвы при внесении минеральных удобрений было обнаружено существенное усиление процессов минерализации гумуса, происходящее под действием дополнительного использования минерального азота. Каждая единица этого элемента в

Объекты и методы исследования

Полевые опыты проводились в 2015-2017 годах на полях ТОО «Семеновка» Целиноградского района Акмолинской области на темно-каштановой карбонатной легкоглинистой почве. Содержание гумуса - 2,9%, нитратного азота -

составе удобрений способствовала дополнительной мобилизации от 0 до 1,2 единицы азота почвы [12], что и вело к увеличению содержания в почве подвижных соединений и, как следствие, повышению коэффициентов использования растениями питательных веществ. Подвижные соединения азота, образовавшиеся в результате минерализации органического вещества, так же, как азот минеральных удобрений, включаются в геохимическую миграцию. Исходя от общего количества инфильтрационных потерь азота из пахотных угодий составляет от 10 до 50 % [13].

Таким образом, краткий анализ имеющихся в литературе данных показывает, что минеральные и органические удобрения в значительно большей степени, чем другие факторы, стабилизируют и поддерживают гумусное состояние почвы и могут служить одним из радикальных средств сохранения и воспроизводства потенциального плодородия почв. В этой связи нами проводились исследования по изучению влияния различных доз азотных удобрений на гумусное состояние и динамику нитратного азота в темно-каштановых почвах сухо-степной зоны Казахстана.

2,01, P_2O_5 -24,3 и K_2O - 680 мг/кг почвы (по Мачигину), рН 8,15, сумма поглощенных оснований – 24,51 мг-экв/100 г почвы. Опыт заложен в трех кратной повторности и состоит из 10 вариантов. Внесение азотных

удобрений под яровую пшеницу и тритикале проводилось на двух фонах: первый фон - контроль без удобрений, второй фон P₆₀. Площадь опытной деланки –4,02 м².

В качестве минеральных удобрений в полевом опыте использованы аммиачная селитра (34,6%), двойной суперфосфат (46%).

Опыты с изотопной меткой проводились в сосудах площадь которых 0,018 м². Изотопная метка внесена в виде сульфата аммония и хлорида аммония с обогащением 20%.

В почве определяли: нитраты – колориметрическим методом с

Результаты исследований

Сезонное колебание нитратов в почве зависит от внесенных в нее удобрений, температуры, влажности, обработки и продолжительности вегетационного периода возделываемой культуры.

Вносимые в почву удобрения претерпевают в ней многообразные изменения. Трансформация удобрений зависит от свойств почвы и протекающих в ней физических, химических и биологических процессов.

В агрохимических исследованиях все большее внимание уделяется изучению механизма процессов минерализации азота почвы и удобрений. Освобождение азота за счет его органических соединений -

дисульфифеноловой кислотой для перерасчета нитратов в нитратный азот (N-NO₃) с умножением полученного результата на коэффициент 0,226; содержание гумуса – по И.Тюрину. Анализ изотопного состава почвы проводился в лаборатории минерального и биологического азота ВНИИА им.Д.Прянишникова (г.Москва) с определением атомного процента азота на масс-анализаторе Дельта. Дисперсионный анализ по программе "Математическая статистика в агрономии", разработанной Жумабековой К.М.(КАТУ им.С.Сейфуллина).

один из главных путей обеспечения растений этим элементом. Следовательно, вовлечение потенциальных резервов почвы в формирование дополнительного урожая невозможно без глубокого изучения прямого действия вносимых удобрений (1 этап) и косвенного (2 этап)- проявляющегося в активизации минерализационных процессов и мобилизации дополнительного количества азота в усвояемой для растений форме [14].

Как показали наши исследования, внесение изучаемых доз азотных удобрений оказало влияние на содержание гумуса (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние азотных удобрений на содержание гумуса, %

Варианты	2015	2016	2017
К - контроль без удобрений	2,99	2,90	2,90

P_{60} передпосевом	3,01	3,03	3,03
$K + N_{30}$ перед посевом	2,97	3,00	2,99
$K + N_{60}$ перед посевом	2,99	3,01	3,01
$K + N_{30}$ перед посевом + N_{30} кущение	2,99	3,01	3,00
$K + N_{30}$ кущение	2,96	2,93	2,91
P_{60} перед посевом + N_{30} перед посевом	3,03	3,10	3,12
P_{60} перед посевом + N_{60} перед посевом	3,06	3,14	3,17
P_{60} перед посевом + N_{30} перед посевом + N_{30} кущение	3,00	3,12	3,13
P_{60} перед посевом + N_{30} кущение	3,02	3,07	3,10
HCp_{095} , %	0,091	0,05	0,22

Определение гумуса проводилось в течение трех лет в среднем по двум культурам в конце вегетации. Внесение азотных удобрений на фоне с естественным уровнем плодородия оказало отрицательное влияние на содержание гумуса. На контрольном варианте оно снизилось за три года с 2,99 до 2,9%. Фосфорные удобрения способствовали повышению содержания гумуса до 3,03%. Азотные удобрения на естественном фоне обеспечили содержание гумуса на уровне контрольного варианта или с небольшим повышением. При внесении азотных удобрений на фоне предпосевного внесения P_{60} содержание гумуса значительно повышается.

В первый год удобрения не оказали влияния на содержание гумуса, существенной разницы между вариантами нет. Достоверное увеличение содержания гумуса отмечено на вариантах с внесением азотных удобрений на фоне P_{60} на третий год внесения удобрений.

По-видимому, это можно объяснить тем, что на естественном фоне происходит усиленная минерализация гумуса и одностороннее внесение азотных удобрений активизирует процессы дегумификации почвы, что в свою очередь ведет к ее деградации.

Внесение фосфорных удобрений снижает негативные процессы минерализации гумуса и процессы мобилизации азота почвы из органических соединений.

Содержание гумуса напрямую связано с содержанием доступных форм азота в почве. Как показали наши исследования, среднесезонное содержание нитратного азота в почве также находилось в прямой зависимости от вносимых азотных удобрений. Также на этот показатель оказали влияние климатические условия в годы исследований. Как видно из данных рисунка 1 содержание $N-NO_3$ увеличивается в зависимости от применения азотных удобрений. На фоне с внесением P_{60} перед посевом содержание $N-NO_3$, выше, чем на фоне без внесения фосфорных удобрений. В условиях засушливого 2017 года отмечается

более высокая концентрация N-NO₃ в верхнем горизонте почвы.

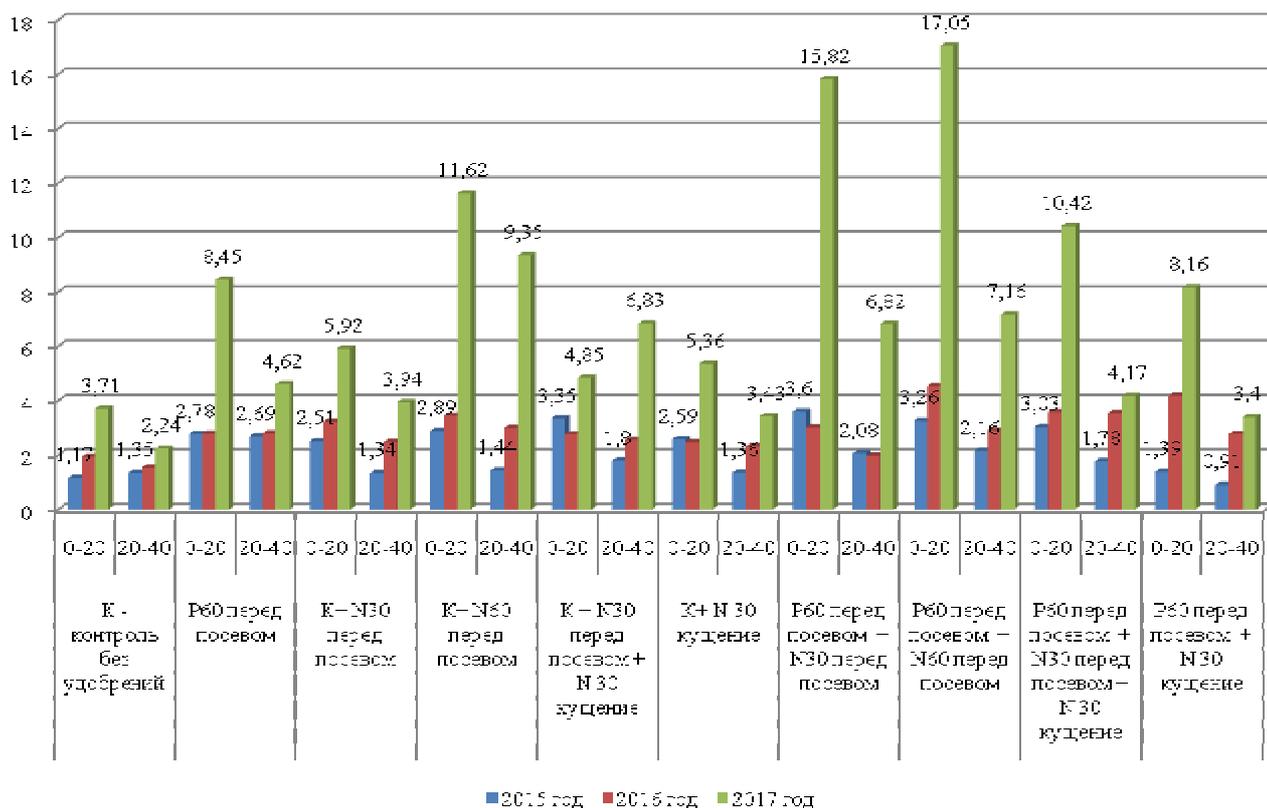


Рисунок 1 - Среднесезонное содержание N-NO₃ в почве под посевами ярового тритикале в зависимости от удобрений

То есть часть внесенного в почву аммония удерживается в пахотном слое по типу обменного поглощения и остается доступной для питания растений и микроорганизмов (постепенно). Меньшая часть азота удобрений может закрепляться в кристаллической решетке глинных минералов.

В условиях сухо-степной зоны уже в фазе кущения зерновых в почве создаются благоприятные условия для нитрификации и

внесенный в этот период аммоний не успевает прочно закрепиться в ППК и довольно быстро нитрифицируется.

Также, в условиях опытов с изотопной меткой ¹⁵N нами определено количество азота удобрения, закрепленного в почве. Как видно из данных таблицы 2, в условиях сухостепной зоны республики в почвах может закрепляться до 50% азота удобрений.

Таблица 2 - Содержание азота удобрений (¹⁵N) в почве (лизиметрический опыт)

Варианты	Внесено	Яровая пшеница	Яровое тритикале
----------	---------	----------------	------------------

	азота удобрений ¹⁵ N, г	азот удобрений ¹⁵ N, г	азот удобрений ¹⁵ N, %	азот удобрений ¹⁵ N, г	азот удобрений ¹⁵ N, %
P0+ N ₃₀ перед посевом	0,159	0,053	33,3	0,081	50,9
P0+ N ₆₀ перед посевом	0,318	0,081	25,5	0,098	30,8
P0+ N ₃₀ перед посевом +N30 кущение	0,318	0,064	20,1	0,092	28,9
P0+ N ₃₀ кущение	0,159	0,062	39,0	0,057	35,8
P ₆₀ N ₃₀ перед посевом	0,159	0,056	35,2	0,071	44,6
N ₆₀ P ₆₀ перед посевом	0,318	0,111	34,9	0,082	25,8
N ₃₀ P ₆₀ перед посевом +N30 кущение	0,318	0,099	31,1	0,096	30,2
P ₆₀ перед посевом +N30 кущение	0,159	0,056	35,2	0,069	43,4

При этом под посевами яровой пшеницы процент закрепленного удобрения ниже, чем в почвах под посевами тритикале. В зависимости от доз и сроков внесения наименьшее количество закрепленного азота под пшеницей отмечается при детальном внесении азотных удобрений N₆₀ на фоне P₀ - 0,064 г или 20,1%. Несколько больше закрепляется азота на этом же фоне при внесении N₆₀ перед посевом - 25,5%. На фоне с внесением P₆₀ отмечается такая же закономерность, но процент закрепившегося азота повышается до 31,1 и 34,9% соответственно вышеуказанным вариантам.

Удобрения, вносимые под тритикале закрепляются в почве в большей степени. При внесении удобрений под тритикале меньшее количество азота удобрений

закрепляется в почве на варианте с детальным внесением азотных удобрений N₆₀ как на фоне P₀, так и на фоне P₆₀ - 28,9 и 30,2%. наихудшие результаты показывают варианты с внесением N₃₀ перед посевом на двух фонах по фосфору - 50,9 и 44,6% соответственно.

Таким образом, яровая пшеница интенсивнее использует азот удобрений в отличие от яровой пшеницы. В зависимости от доз и сроков для двух культур наиболее эффективным оказалось внесение N₃₀ перед посевом и N₃₀ в кущение как на фоне с внесением P₆₀ перед посевом, так и без него.

Можно предположить, что часть внесенного в почву аммония удерживается в пахотном слое по типу обменного поглощения и остается доступной для питания растений и микроорганизмов (постепенно). Меньшая часть азота

удобрений может закрепляться в кристаллической решетке глинистых минералов

При вовлечении темно-каштановых почв в сельскохозяйственное использование без применения удобрения происходит уменьшение запасов гумуса и нитратного азота. Систематическое внесение минеральных удобрений может существенно возмещать потери гумуса и нитратного азота. Удобрения, вносимые под тритикале закрепляются в почве в

Заключение

большей степени. При внесении удобрений под тритикале меньшее количество азота удобрений закрепляется в почве на варианте с дробным внесением азотных удобрений N60 как на фоне P0, так и на фоне P60 - 28,9 и 30,2%. Наихудшие результаты показывают варианты с внесением N30 перед посевом на двух фонах по фосфору - 50,9 и 44,6% соответственно.

Список литературы

- 1 Симакин А.И. Удобрения, плодородие почв и урожай. – Краснодар: крас. кн. изд- во, 1983.- 271 с.
- 2 Шмук А.А. Динамика режима питательных веществ в почве. Труды. Т. 1. – М.: Пищепромиздат, 1950 – 372 с.
- 3 Дроздова В.В. Влияние минеральных удобрений на питательный режим почвы, урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы // Научный журнал КубГАУ. - 2015. - №111(07). - С.1-5.
- 4 Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способа ее обработки и доз минеральных удобрений // Агрохимический вестник. - 2016. - №3. - С.32-38
- 5 Доспехов Б.А., Кирюшин Б.Д., Братерская А.Н. Действие 60-летнего применения удобрений, периодического известкования и севооборотов на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы //Агрохимия. -1976. - №4. - С. 3 – 14.
- 6 Любарская Л.С. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и урожай культур // Тр. ВИУА.-1974.- Вып.2. -139 с.
- 7 Дробков Ю. А. Изменение содержания гумуса по профилю дерново-подзолистых почв при длительном применении удобрений // Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения. -1978.- №43.- С. 12 – 17.
- 8 Лукьянчикова З.И. Содержание и состав гумуса в почвах при интенсивном земледелии // Почвоведение. - 1980. - №6. - С.78 – 90.
- 9 Ладонин В.Ф., Алиев А.М. Комплексное применение гербицидов и удобрений в интенсивном земледелии. - М.: Агропромиздат, 1991. - 271 с.
- 10 Минеев В.Г. Агрохимия и биосфера. - М.: Колос, 1984. - 347 с.
- 11 Кулаковская Т. Н., Кнашис В. Ю., Богдевич И. М. Оптимальные параметры плодородия почв. М.: Агропромиздат, 1984. - 271 с.

12 Кудеяров В.Н, Благодатский С. А., Ларионова Н. А. Изменение внутрипочвенных потоков азота при внесении азотных удобрений // Агрохимия. - 1990. - № 1. - С. 47 – 53.

13 Органическое вещество целинных и освоенных почв, под редакцией М.М. Кононовой, М.: Изд-во Наука, 1972. - 277с.

14 Завалин А.А., Соколов О.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н.Прянишникова до наших дней. - М.:ВНИИА, 2016. - 591 с.

ТҮЙІН

Мақалада тыңайтқыш мөлшерінің қарашірінді мөлшеріне және Солтүстік Қазақстан құрғақ дала аймағында жаздық бидайды өсіру барысында топырақта бекіген нитратты азоттың динамикасына ¹⁵N изотопымен таңбаланған азот бойынша азоттың мөлшеріне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Минералдық тыңайтқыштар қарашірінді мөлшерінің бақылау нұсқасымен тең және біршама артуына жағдай жасады. Азот тыңайтқыштарын себу алдында P₆₀ аясында енгізгенде қарашірінді мөлшерін жоғарылатты. N-NO₃ мөлшері азот тыңайтқыштарын қолдануға тәуелді артты, P₆₀ аясында себу алдында N-NO₃ мөлшері фосфор тыңайтқыштары енгізілмеген нұсқалармен салыстырғанда жоғары болды. Изотопты индикация қолдануда, азот тыңайтқыштарының үлесі, тритикалеге қарағанда бидай егілген топырақтарды төмен болып шықты. Жаздық бидай өсірілген топырақтарда тыңайтқыштағы азоттың бекуі 20-39% және жаздық тритикаледе 25,8-50,9% құрады.

SUMMARY

The article presents the results of studies on the effect of fertilizers on the content of humus, the dynamics of nitrate nitrogen, and the amount of nitrogen fertilized with ¹⁵N, fixed in the soil during the cultivation of spring cereals in the conditions of the dry-steppe zone of the North. It was established that mineral fertilizers provided the content of humus at the level of the control variant or with a slight increase. When nitrogen fertilizers are applied against the background of presowing application of P₆₀, the content of humus increases. The content of N-NO₃ increases depending on the use of nitrogen fertilizers. Against the background with the introduction of P₆₀ before sowing, the content of N-NO₃ is higher than in the absence of phosphorus fertilizers. Using the method of isotope indication, it was found that the proportion of fertilizer nitrogen that is fixed in the soil under wheat crops is lower than that of triticale. In the soil, 20-39% nitrogen fertilizer under spring wheat is fixed and 25.8-50.9% under spring triticale