

УДК 631.635:631.82

Р.Е. Елешев, Б.К. Еликбаев,
С. Калдыбаев, А.Д. Малимбаева, А.М. Шибикеева*, В. Хан

Казахский национальный аграрный университет,
Республика Казахстан, г. Алматы
*E-mail: shm.aigerim@mail.ru

**Пищевой режим темно-каштановой почвы
под культурой поздней капусты интенсивного овощного севооборота
при длительном применении минеральных удобрений**

В статье предоставлены 3-годовые данные (2012-2014 гг.) исследования по изучению влияния минеральных удобрений на содержание минерального азота и подвижного фосфора на предгорной орошаемой темно-каштановой почве интенсивного овощного севооборота под культурой поздней капусты сорта Белоснежка.

Пищевой режим темно-каштановой почвы при длительном и систематическом применении минеральных удобрений улучшается, увеличиваются подвижные формы питательных веществ. Содержание минерального азота, подвижного фосфора преимущественно зависит от норм и доз применяемых удобрений и уровня потребления питательных элементов на создание урожая. Наибольшее количество питательных элементов в почве наблюдается весной.

Ключевые слова: удобрение, темно-каштановая почва, поздняя капуста, овощной севооборот, минеральный азот, подвижный фосфор.

A.M. Shibikeeva, R.E. Yeleshev, B.K. Yelikbaev, S. Kaldybaev,
A.D. Malimbayeva, V. Khan

**Feeding regime dark chestnut soils for crops late cabbage vegetable crop rotation
in intensive long application of fertilizers**

This article provides a 3-annual data for 2012-2014, a study on the effect of mineral fertilizers on the content of mineral nitrogen and phosphorus in the rolling foothills of irrigated dark chestnut soils under intensive vegetable crop rotation culture of late cabbage varieties of Snow White. Feeding regime dark chestnut pochy with prolonged and systematic application of fertilizers improves and increases the mobility of forms of nutrients. The content of mineral nitrogen, mobile phosphorus mainly depends on the norms and doses of fertilizer use and consumption of nutrients for crop establishment. The greatest number of nutrients in the soil occurs in spring.

Key words: fertilizer, dark chestnut soils, late cabbage, vegetable crop rotation, mineral nitrogen, mobile phosphorus.

А.М. Шибикеева, Р.Е. Елешев, Б.К. Еликбаев, С. Калдыбаев,
А.Д. Малимбаева, В. Хан

**Минералды тыңайтқыштарды ұзақ мерзімде қолданғанда қарқынды көкөністі
ауыспалы егістікте кеш пісетін қырыққабат дақылы өсірілген
қара күңгірт топырақтың қоректік режимі**

Мақалада 2012-2014 жж. аралығындағы қарқынды көкөністі ауыспалы егістікте өсірілген кеш пісетін қырыққабат дақылының-Белоснежка сортына, тау алды суармалы көкөністі қара күңгірт топырағының минералды азот және жылжымалы фосфор құрамына минералды тыңайтқыштар әсерінің 3 жылдық зерттеу нәтижелері келтірілген.

Минералды тыңайтқыштарды ұзақ әрі қарқынды түрде қолданғанда күңгірт қара қоңыр топырақтың қоректік режимі жақсарады және қоректік заттардың жылжымалы пішіндері ұлғаяды. Ми-

нералды азот пен жылжымалы фосфордың құрамы, өнім түзуге жұмсалған қоректік элементтердің деңгейі мен мөлшеріне байланысты болады. Топырақтағы қоректік элементтердің ең көп мөлшері көктемде байқалады.

Түйін сөздер: тыңайтқыш, күңгірт қара қоңыр топырақ, кеш пісетін қырыққабат, көкөністі ауыспалы егістік, минералды азот, жылжымалы фосфор.

Введение

Усиленное питание растений азотом и зольными элементами (фосфором, калием и другими) путем применения удобрений представляет один из наиболее мощных факторов повышения урожайности.

Для нормальной жизнедеятельности растений необходимо множество питательных элементов. Мы остановимся только на тех, которые связаны с применением удобрений. Каждый из питательных элементов обладает специфичностью действия на растение и не может быть заменен другим. Наличие в почве достаточного количества каждого из этих элементов повышает урожай, но сочетание их дает наибольший эффект, превосходя сумму прибавок урожая в случае применения каждого элемента в отдельности [1].

Размеры накопления нитратов и аммонийного азота в почве зависят от биологической активности почвы, температуры и влажности. Лишь ранней весной появляется возможность накопления большого количества аммонийного азота.

Установлена сезонная динамика минерального азота, в частности нитратного, связанная с потреблением их растениями. В орошаемых почвах юго-востока Казахстана нитраты являются основным источником азотного питания растений.

Аммонийный азот для растений менее доступен, так как ион NH_4 легко поглощается почвой с частичным переходом в необменное состояние, тогда как ион NO_3 не поглощается почвой и находится преимущественно в почвенном растворе и поэтому легкодоступен растениям. Содержание аммонийного азота изменяется в зависимости от энергии аммонификации, поглощения его микроорганизмами, почвенно-поглощающим комплексом, растениями.

Положительное влияние на содержание минерального азота в почве оказывают азотные удобрения. Так, в начале вегетации изучаемых культур в каштановых почвах при внесении азотных удобрений происходит увеличение содержания минерального азота. В наших исследованиях динамику минерального азота в

зависимости от применения минеральных удобрений и вида культуры свекловичного севооборота определяли в три срока – в начале, середине и конце вегетации [2-5].

Фосфор наряду с азотом является основным макроэлементом питания. Фосфор отличается многогранностью своего действия на жизненные функции растений. Как биофильный элемент он входит в состав органических и минеральных веществ растений и в процессах метаболизма играет одну из главных ролей. Он входит в состав протоплазмы и ядра, способствует превращению углеводов и синтезу белков, принимает участие в процессах дыхания, освобождающих энергию, нужную для различных функций для живой клетки, повышает интенсивность фотосинтеза и скорость передвижения различных пластических веществ

Положительное действие оказывает фосфор на развитие корневой системы. Этот элемент нужен растению с самых начальных фаз его развития. А в конце вегетации он улучшает качественные показатели. Фосфор повышает устойчивость растений к засухе, изменяя состояние биоколлоидов, повышая водоудерживающую способность и снижая непроизводительное расходование воды через транспирацию. Положительно действует этот элемент в условиях суровой зимы и при различных заболеваниях растений. В противоположность азоту фосфор ускоряет старение и созревание растения.

Материнские породы являются первоисточниками фосфора в почве, содержат в своем составе различные минералы. Содержание подвижной формы фосфора зависит от типа и степени окультуренности почвы, количества гумуса, норм вносимых фосфорных удобрений и других факторов.

В зависимости от таких факторов, как доза удобрений, длительность применения удобрений, влажность почвы, особенности возделываемых культур, содержание в почве подвижного фосфора значительно изменяется.

В почвах юго-востока Казахстана содержание подвижного фосфора в почвах составляет 0,94-1,3% от валового запаса, что характеризуется как низкое [6-9].

Материалы и методы

Исследования проводились на стационаре КазНИИ картофелеводства и овощеводства в условиях 4-польного интенсивного овощного севооборота, заложенного в 1992 году. Почва (рН=7,2-7,3) опытного участка темно-каштановая, содержание гумуса в пахотном слое – 2,15%, валового азота – 0,098%, фосфора – 0,225 и калия – 2,4%.

Севооборот развернут в пространстве и во времени. Севооборот проходит 6 ротацию. Чередование культур в 4-польного интенсивного овощного севооборота:

1. Капуста белокочанная (поздняя).
2. Огурец.
3. Томат.
4. Корнеплоды (морковь, свекла столовая).

Площадь опытной делянки составила 67,2 м² (4,2 м x 16 м), повторность – 4-кратная.

Схема опыта подкапусту: 1. Контроль (без удобрений); 2. N₆₀P₃₀K₃₀ (одинарная доза); 3. N₁₂₀P₆₀K₆₀ (двойная доза); 4. N₁₈₀P₉₀K₉₀ (тройная доза).

Виды удобрений, вносимые в интенсивном овощном севообороте: мочевины (46% д.в.), двойной суперфосфат (40% д.в.), хлористый калий (58-60% д.в.). Азотные удобрения применялись в соответствии с агрохимическими свойствами почв и планируемой урожайностью в дозах не более 180 кг/га, влажность почвы поддерживалась на уровне 80% наименьшей полевой влагоемкости [5]. Все виды удобрения вносили ранней весной за 1,5-2 месяца перед высадкой рассады поздней капусты.

В почвенных образцах определены:

- нитратный азот по Грандваль-Ляжу, калориметрический с использованием дисульфохенолового кислоты;
- аммонийный азот с реактивом Несслера (калориметрический);
- подвижные фосфаты по методу Мачигина;

Результаты и обсуждение

За 3 года определения в почве минерального азота его среднее содержание в почве на удобренных вариантах при систематическом внесении азотного удобрения, в зависимости от варианта опыта (60-120-180 кг/га), было выше, чем на контрольном варианте без удобрений. Так, содержание нитратного азота в первый срок определения (в фазу 4-5 и 8-9 настоящих листьев капусты), на контрольном варианте в слое 0-20 см составило 22,8 мг/кг в слое 20-40 см 17,8 мг/

кг. При внесении в почву 60-120-180 кг/га азота среднее содержание его за три года исследования увеличилось в слое 0-20 см до 36-54,9 мг/кг. В слое 20-40 см – до 24,3-36,4 мг/кг (таблица 1).

Содержание аммонийного азота в почве за 3 года исследования, также изменялось от доз и норм внесенных азотных удобрений, но не значительно, так как его содержание зависело в большей степени от минерализации органического вещества в темно-каштановой почве ранней весной. Так, среднее содержание его в почве в первый срок определения в слое 0-20 см было на контроле 8,0 мг/кг, в слое 20-40 см – 4,8 мг/кг. От внесения азота в дозе 60-120-180 кг/га его среднее содержание за 3 года исследования увеличилось в слое 0-20 см до 14,6-15,8-16,8 мг/кг, в слое 20-40 см – 11,2-10,2-13,4 мг/кг почвы соответственно.

При определении минерального азота в последующие фазы развития поздней капусты (начало формирования кочана и технической спелости капусты) среднее содержание его уменьшалось, что связано с интенсивным потреблением его растениями капусты для создания и накопления биологической биомассы культуры. К фазе начала формирования кочанов (август) содержание нитратов в почве несколько снижалось по сравнению с весенним периодом, что можно объяснить интенсивным усвоением нитратов растениями капусты на накопление биомассы (по сравнению с фазой 4-5 и 8-9 листьев в период кочанообразования биомасса капусты больше в 70-100 раз!) Тем не менее содержание нитратов в почве остается довольно высоким и различия по вариантам опыта остаются существенными. Так, за 3 года исследования среднее содержание нитратов в фазу начало формирования кочана капусты на контроле в слое 0-20 см было 10,4 мг, в слое 20-40 см – 9,5 мг/кг почвы. На удобренных вариантах в слое 0-20 см 20,6-21,6-30,0 и 15,6-19,0-20,8 мг/кг соответственно по слоям почвы. Среднее содержание аммонийного азота в слое 0-20 см на контроле 3,8 мг, в слое 20-40 см 2,6 мг/кг, на удобренных вариантах 5,7-6,9-8,1 и 3,7-5,8-5,4 мг/кг соответственно по слоям почвы.

К технической спелости поздней капусты (уборка) содержание нитратов в предгорной темно-каштановой почве по всем вариантам опыта заметно снизилось, что можно объяснить значительным поглощением их растениями поздней капусты на формирование вегетативных и репродуктивных органов и затуханием процесса нитрификации.

Таблица 1 – Среднее содержания минерального азота в темно-каштановой почве под поздней капустой в зависимости от условий минерального питания, мг/кг (2012-2014 гг.)

Вариант опыта	Слой почвы, см	Фазы развития капусты					
		начальный срок (4-5 и 8-9 настоящих листьев)		начало образование кочана		техническая спелость кочана (уборка)	
		N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N-NO ₃
Контроль (б/у)	0-20	8,0	22,8	3,8	10,4	4,0	7,0
	20-40	4,8	17,8	2,6	9,5	3,1	5,2
N ₁ P ₁ K ₁	0-20	14,6	36,0	5,7	20,6	6,0	18,0
	20-40	11,2	24,3	3,7	15,6	4,0	13,0
N ₂ P ₂ K ₂	0-20	15,8	48,8	6,9	21,6	5,2	17,5
	20-40	10,2	32,9	5,8	19,0	4,2	15,4
N ₃ P ₃ K ₃	0-20	16,8	54,9	8,1	30,0	6,0	20,5
	20-40	13,4	36,4	5,4	20,8	5,3	16,5

Таким образом, за 3 года исследования среднее содержание минерального азота в темно-каштановой почве под посевами поздней капусты интенсивного овощного севооборота было высоким при систематическом применении удобрений, в частности азотных. При этом количество нитратов в почве зависит от норм азотных удобрений, сочетания азота с другими элементами питания (фосфором и калием), предшественника, фазы возделываемой культуры.

В темно-каштановой почве, согласно характеристике, должно содержаться в пахотном и подпахотном горизонтах в среднем 24-25 мг/кг нитратов, а для овощных культур (в частности поздней капусте), которые очень требовательны к пищевому режиму почвы эти количества могут быть недостаточными. На контрольном варианте без внесения никаких видов удобрений почвы опытных делянок содержали в среднем за 3 года 22,8 мг/кг NO₃⁻, что заметно меньше, чем должно быть для растений поздней капусты. Соответствующий подтипу темно-каштановых почв уровень нитратного азота в почве обеспечивается путем использования азотсодержащих минеральных удобрений.

При систематическом применении минеральных удобрений в темно-каштановой почве показатели эффективного плодородия (минеральный азот, подвижный фосфор) увеличиваются, и они преимущественно зависят от доз ежегодного внесения удобрений и уровня их потребления на создание урожая изучаемой культуры (поздняя капуста), возделываемых в специализированных севооборотах.

Результаты исследований по подвижному фосфору в почве за 2012-2014 годы исследования, проведенные на предгорной темно-каштановой почве под поздней капустой с применением различных норм фосфорных удобрений, показали, что за 3 года исследования среднее содержание подвижного фосфора в почве зависит от срока определения и нормы фосфорного удобрения в сочетании с различными нормами азотно-калийных удобрений, применяемых в интенсивном овощном севообороте (таблица 2).

Согласно градации обеспеченности почв подвижным фосфором содержание P₂O₅ – 46-60 мг/кг в темно-каштановой почве под посевами растений капусты является повышенным. Это объясняется систематическим и длительным внесением возрастающих доз фосфора (P₁₂₀₋₁₈₀).

На контрольном варианте без удобрений в пахотном горизонте (0-20 см), в начальный срок определения подвижного фосфора (4-5 и 8-9 листьев капусты), содержание подвижного фосфора составило 16,2 мг/кг, подпахотном (20-40 см) – 13,3 мг/кг почвы. Ежегодное и систематическое внесение (в течение более чем 20 лет) фосфорных удобрений в норме P₆₀ повысило среднее содержание подвижного фосфора в пахотном слое до 56,7 мг/кг, P₁₂₀ – до 69,8 мг/кг, P₁₈₀ – до 76,6 мг/кг почвы, в подпахотном слое (20-40 см) 31,6, 41,5 и 52,3 мг/кг соответственно. Подвижный фосфор (P₂O₅) в основном сосредотачивается в горизонте 0-20 см, тем не менее отмечено повышение фосфорного уровня также и в подпахотном горизонте. К началу формирования кочана капусты содержание подвижного фосфора в почве немного снизилось по всем ва-

риантам опыта, но на удобренных вариантах остается высоким. Уменьшение подвижного фосфора, так же, как и минерального азота, связано

с потреблением и выносом фосфора урожаем капусты и частичным переходом подвижного P_2O_5 в труднорастворимые формы.

Таблица 2 – Среднее содержание подвижного фосфора в темно-каштановой почве под растениями поздней капусты, 2012-2014 гг.

Варианты опыта	Слой почвы, см	Фаза развития, мг/кг почвы		
		начальный срок определения (4-5 и 8-9 настоящих листьев)	начало формирования кочана	уборка
Контроль (б/у)	0-20	16,2	7,6	14,5
	20-40	13,3	6,4	13,0
N ₁ P ₁ K ₁	0-20	56,7	41,9	31,5
	20-40	31,6	29,6	27,2
N ₂ P ₂ K ₂	0-20	69,8	42,3	33,0
	20-40	41,5	36,2	27,6
N ₃ P ₃ K ₃	0-20	76,6	57,8	42,3
	20-40	52,3	43,4	32,5

Таким образом, результаты исследований показали, что содержание подвижного фосфора в почве под изучаемыми культурами зависят от норм внесенного фосфора, биологических особенностей возделываемых культур, а также от срока взятия почвенных образцов и фазы развития культур.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Пищевой режим каштановых почв при длительном и систематическом применении минеральных удобрений улучшается и увеличивают-

ся подвижные формы питательных веществ. Содержание минерального азота, подвижного фосфора преимущественно зависит от норм и доз применяемых удобрений и уровня потребления питательных элементов на создание урожая. Наибольшее количество питательных элементов в почве наблюдается весной. При определении элементов питания в конце вегетационного периода мы видим их снижение, что связано с потреблением и выносом подвижных форм азота, фосфора и калия, а также частичным переходом подвижного P_2O_5 в труднорастворимые формы.

Литература

- 1 Басибеков Б. С. Параметры плодородия основных типов почв. – М.: Агропромиздат, 1998. – С. 112-118.
- 2 Крохалева С.И. нитраты в продуктах растениеводства Еврейской автономной области // электронный журнал «Исследовано в России», 2004.
- 3 Елешев Р.Е., Иванов А.Л. Фосфорный режим карбонатных почв юго-востока Казахстана и его изменение в связи с применением удобрений. Сообщение 1 // Агрохимия. – 1986. – №2. – С. 25-29.
- 4 Пономарева А. Т. Баланс питательных веществ в земледелии Казахстана и улучшение почвенного плодородия в связи с применением удобрений // Повышение продуктивности почв Казахстана. – Алма-Ата: Наука. 1980. – С. 11-20.
- 5 Елешев Р.Е., Иванов А.Л. Фосфорный режим почв Казахстана. – Алма-Ата: Наука. 1990. – С. 100-145.
- 6 Зверева Е.А., Бортникова Л.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие предкавказского карбонатного чернозема при орошении // Плодородие чернозема России. – М., 1998. – С. 452-508.
- 7 Амиров Б.М. Эффективность азотных удобрений и диагностика азотного питания белокочанной капусты на орошаемой темно-каштановой почве юго-востока Казахстана: автореферат канд. с.-х. наук. – Алматы, 1990. – 18 с.
- 8 Ложкина Е. Н. Сравнительная эффективность различных форм азотных удобрений при внесении под сахарную свеклу: автореферат...канд. с.х. наук. – Ташкент. СХИ, 1974. – С. 80-20.
- 9 Пономарева А. Т., Мартыанова Е. А. Справочник по применению удобрений. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – С. 12-35.

References

- 1 Basibekov B. S. Parametry plodorodija osnovnyh tipov pochv. – M.: Agropromizdat, 1998. – S. 112-118.
- 2 Krohaleva S.I. Nitraty v produktah rastenievodstva Evrejskoj avtonomnoj oblasti // jelektronnyj zhurnal «Issledovano v Rossii», 2004.
- 3 Eleshev R.E., Ivanov A.JI. Fosfornyj rezhim karbonatnyh pochv jugo-vostoka Kazahstana i ego izmenenie v svjazi s primeniem udobrenij. Soobshhenie I //Agrohimija. – 1986. – №2. – S. 25-29.
- 4 Ponomareva A. T. Balans pitatel'nyh veshhestv v zemledelii Kazahstana i uluchshenie pochvennogo plodorodija v svjazi s primeniem udobrenij // Povyshenie produktivnosti pochv Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. 1980. – S. 11-20.
- 5 Eleshev R.E., Ivanov A.L. Fosfornyj rezhim pochv Kazahstana. – Alma-Ata: Nauka. 1990. – S. 100-145.
- 6 Zvereva E.A., Bortnikova L.A. Vlijanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na plodorodie predkavkazskogo karbonatnogo chernozema pri oroshenii // Plodorodie chernozema Rossii. – M., 1998. – S. 452-508.
- 7 Amirov B.M. Jefferktivnost' azotnyh udobrenij i diagnostika azotnogo pitaniya belokochannoj kapusty na oroshaemoj temno-kashtanovoj pochve jugo-vostoka Kazahstana: avtoreferat kand. s.-h. nauk. – Almaty, 1990. – 18 s.
- 8 Lozhkina E. N. Sravnitel'naja jefferktivnost' razlichnyh form azotnyh udobrenij pri vnesenii pod saharnuju sveklu: avtoref... kand. s.h. nauk. – Tashkent. SHI, 1974. – S. 80-20.
- 9 Ponomareva A. T., Mart'janova E. A. Spravochnik po primeneniju udobrenij. – Alma-Ata: Kajnar, 1981. – S. 12-35.