

Гусев В.Н., Сулейменов Е.Т.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМОЙ СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, 040909, пос. Алмалыбак, Карасайский р-н, Алматинская обл., Казахстан, e-mail: kazniizr@mail.ru

Аннотация. За 53 года использования орошаемой светло-каштановой почвы без внесения удобрений содержание подвижного фосфора и обменного калия уменьшилось в 0-20 см слое почвы на 22-30 % и 4-8 % соответственно. При применении минеральной системы удобрения содержание подвижного фосфора увеличилось на 121-145 % (24-34 мг/кг почвы), обменного калия – на 15-29 %. Максимальное накопление подвижного фосфора и обменного калия отмечено на вариантах совместного внесения минеральных удобрений и навоза – 240-278 и 27-43 %, соответственно. Содержание азота нитратов в почве в большей степени определялось гидротермическим состоянием агросистемы, чем внесением удобрений.

Ключевые слова: азот нитратов, подвижный фосфор, обменный калий, светло-каштановая почва, длительное применение удобрений.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время возрастание антропогенных нагрузок на пашню, бессистемное использование земли и отсутствие мер по сохранению плодородия почвы приводит к интенсивной деградации почв [1]. Острота проблемы усиливается еще и тем, что орошаемая зона Казахстана характеризуется преимущественным распространением почв, отличающихся низким уровнем естественного плодородия. Прежде всего, это (сравнительно с другими типами) бедность почвы органическим веществом, и как следствие, запасами минерального азота, который находится в первом минимуме. Кроме того, бедность минералогического состава почвообразующих пород ограничивает резервы минерального питания в целом. На этом фоне внесение удобрений один из основных приемов повышения окультуренности и плодородия почв.

Степень действия удобрений на величину запасов подвижных элементов питания зависит не только от норм, но и длительности их внесения.

Поэтому, исследования направленные на установление закономерностей

изменения основных показателей эффективного плодородия почв, в зависимости от длительности применения удобрений, являются неотъемлемой частью решения вопросов поддержания на оптимальном уровне запасов элементов питания в почве и условий хорошей доступности их растениям, что является основой плодородия почв и ключом к управлению этими процессами.

Исследованиями, проведенными в различных регионах, в том числе и в условиях орошаемой зоны юго-востока Казахстана показано, что удобрения обеспечивают улучшение и стабилизацию потенциального и эффективного плодородия почв [2-3]. Однако большинство исследований, особенно в нашей стране, проводилось в краткосрочных полевых опытах, которые предназначены, прежде всего, для установления конкретных доз удобрений на продуктивность конкретной культуры. Эти исследования выполнялись, как правило, на достаточно узких фонах варьирования признаков почвенного плодородия, которые создавались в ограниченных временных рамках, что

не позволяло установить максимальную, функциональную взаимосвязь между уровнем плодородия и факторами их определяющими.

Цель нашей работы – установление закономерностей влияния длительного применения удобрений на изменение основных показателей эффективного плодородия орошаемой светло-каштановой почвы юго-востока Казахстана.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в длительном стационарном опыте, заложенном в 1961 г. в условиях 7-ми польного свекловичного севооборота. На момент закладки стационара светло-каштановая среднесуглинистая почва характеризовалась следующими показателями почвенного плодородия: гумус – 2,40-2,55 %, общий азот – 0,172-0,185 %, общий фосфор – 0,152-0,165 %. Содержание подвижных форм фосфора составляло 18-20 мг/кг, легкогидролизуемого азота – 90-100 мг, обменного калия – 400-450 мг на 1 кг почвы. В соответствии со схемой чередования культур в годы проведения исследований (2012-2014 гг.) возделывались озимая пшеница (поле I, V, VIII), сахарная свекла (поле V, VIII) и кукуруза на зерно (поле V, VIII). Схема опыта включала варианты: 1. Без удобрений; 2. NP; 3. PK; 4. NK; 5. NPK; 6. N1,5PK; 7. NP1,5K; 8. NPK1,5; 9. NPK + 60 т/га навоза. Одинарная доза минеральных удобрений составляла в зависимости от культуры и предшественника N60-100P60-100K60-150. Навоз в дозе 60 т/га вносился один раз за ротацию под кукурузу на зерно.

Определение подвижных соединений фосфора и калия в почве проводили по ГОСТ 26205-91 [4], азота нитратов – по ГОСТ и ГОСТ 26488-85 [5].

Аналитические исследования выполнялись в аккредитованной лаборатории (№ KZ.И.04.1403) на спектрофо-

тометре JENWAY-6715UV и пламенном фотометре JENWAY-PFP-7.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по [6] и при помощи аналитической программы STATISTICA-6.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительное систематическое (более 50 лет) применение удобрений в стационарном опыте способствовало созданию широкого диапазона уровней обеспеченности светло-каштановой почвы элементами минерального питания. Так, содержание подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы колебалось в разрезе всех севооборотных полей и повторений от 15 до 92 мг/кг почвы, обменного калия – 345-760, щелочно-гидролизуемого азота – 95,9-213,2 и азота нитратов – 14,0-54,0.

Содержание и накопление в почве подвижных форм фосфора и калия определялись, главным образом, внесением удобрений. На рисунках 1 и 2 представлены данные, характеризующие влияние длительного применения фосфорных и калийных удобрений на содержание рассматриваемых элементов в 0-20 см слое почвы.

Из рисунков хорошо видно, что основную роль в формировании фосфатного и калийного режимов почвы играют одноименные удобрения и навоз. Исключение их из системы применения удобрений приводит к снижению содержания подвижного фосфора и обменного калия до уровня контроля (без удобрений) и ниже, за счет более высоких темпов потребления этих элементов питания.

Действие фосфорных и калийных удобрений на размеры и темпы накопления указанных элементов во многом характеризуется их исходным содержанием в почве, в свою очередь, определяющимся обогащенностью ими почвообразующих пород.

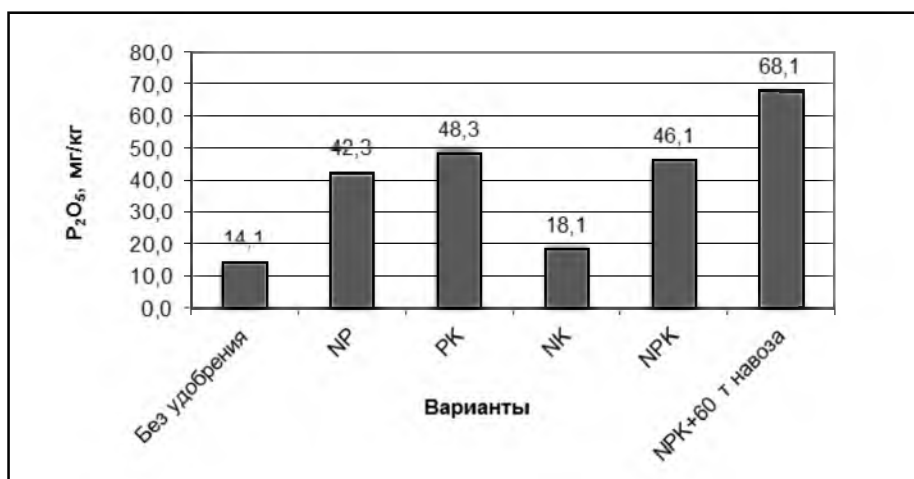


Рисунок 1 – Влияние длительного применения удобрений на содержание P_2O_5 в 0-20 см слое светло-каштановой почвы (в среднем по 3-м полям), 2012-2014 гг.

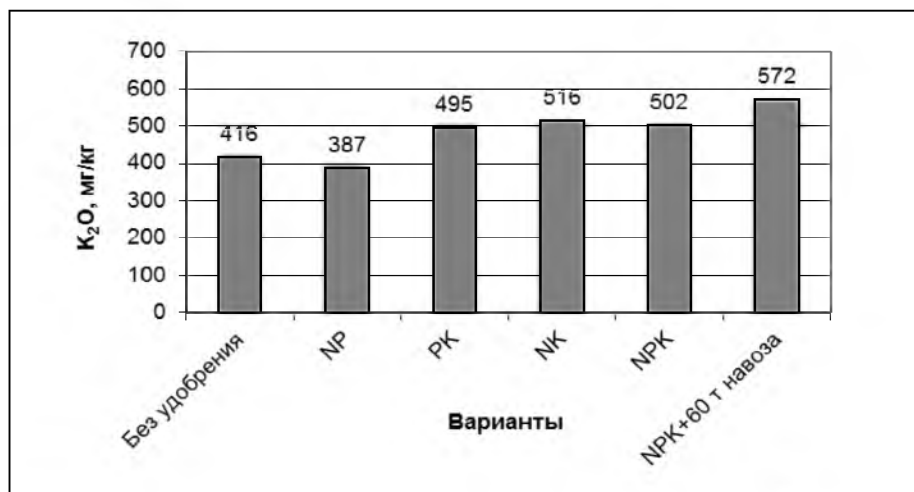


Рисунок 2 – Влияние длительного применения удобрений на содержание K_2O в 0-20 см слое светло-каштановой почвы (в среднем по 3-м полям), 2012-2014 гг.

Если содержание подвижного фосфора контрольных вариантов севооборотных полей в среднем составляло 14,1 мг/кг, то на вариантах с внесением одинарной дозы фосфорного удобрения оно увеличилось на 31-33 мг/кг (221-232 %). Увеличение до полуторной нормы ежегодно применяемой дозы фосфорного удобрения способствовало повышению этого показателя до 49 мг/кг (342 %). На определяющее влияние фосфорных удобрений в накоплении подвижных его соедине-

ний в почве указывают многие исследователи [7-9]. Увеличение содержания обменного калия в почве при длительном внесении калийных удобрений, в целом определяется аналогичной зависимостью, однако имеет определенные особенности. Относительное увеличение содержания обменного калия в почве характеризуется значительно меньшими величинами, чем подвижного фосфора. Рост его содержания в среднем по вариантам, получившим калийные удобрения, составил около 20 %,

тогда как подвижного фосфора, на вариантах, удобренных фосфорным удобрением – 255 %, что объясняется более высоким запасами K_2O в почве и почвообразующих породах.

Длительное внесение фосфорных и калийных удобрений обогащает рассматриваемыми элементами не только пахотный (0-20 см), но и подпахотный (20-40 см) слои почвы (рисунок 3).

Для оценки закономерностей и силы действия удобрений на изменение содержания подвижного фосфора и обменного калия в пахотном и подпахотном горизонтах почвы мы рассматривали варианты, где вносились одноименные удобрения. Как видно из рисунка 3, интенсивность влияния вносимых удобрений на содержание подвижного фосфора в пахотном и подпахотном горизонтах различна. Сравнение

трендовой линии для 0-20 см и 20-40 см слоев почвы показывает, что вносимые фосфорные удобрения оказали большее влияние на обогащение верхнего почвенного горизонта. А величина достоверности аппроксимации (R^2), отображающая степень соответствия ожидаемых значений для линии тренда фактическим данным, свидетельствует о том, что основным фактором, определяющим изменения содержания подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы, выступают фосфорные удобрения. В подпахотном слое почвы и наклон, и смещение линии тренда, а также величина достоверности аппроксимации указывают на то, что влияние фосфорных удобрений на накопление подвижного фосфора в два раза слабее, чем в верхнем горизонте.

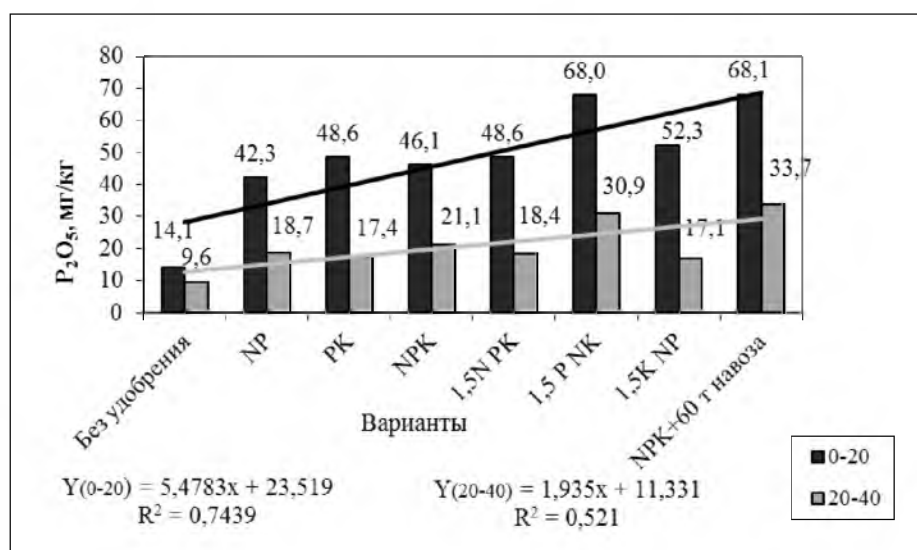


Рисунок 3 – Влияние длительного применения фосфорного удобрения на размеры и соотношения содержания P_2O_5 в пахотном и подпахотном слоях почвы (мг/кг), (среднее по севооборотным полям), 2012-2014 гг.

Что касается обогащения почвы пахотного и подпахотного горизонтов обменным калием, то здесь сохраняются аналогичные подвижному фосфору тенденции, с некоторыми, о чем мы отметили выше, особенностями.

Содержание и накопление в почве азота в доступных для растений фор-

мах (азот нитратов, азот аммиака, частично щелочно-гидролизующий азот) определяется не столько дозами азотных и органических удобрений, сколько целым рядом факторов. Такими, как быстрая минерализация, связывание азота почвы и удобрений почвенными микроорганизмами, передвижение азо-

та нитратов по почвенному профилю, потери его в грунтовые воды и атмосферу, гидро-температурное состояние территории и др. Это затрудняет установление изменений его содержания во времени и делает невозможным прогноз действия удобрений на его содержание.

В таблице 2 приведены данные, характеризующие влияние удобрений на содержание азота нитратов в почве под озимой пшеницей (обобщенные данные по двум полям) и кукурузой, возделываемой на зерно в ранние фазы развития растений. Для озимой пшеницы - это период кущения, для кукурузы - фаза 5-7 листьев. Данные таблицы 2 хорошо иллюстрируют тот факт, что общий уровень азота нитратов в 0-40 см слое почвы в большей степени зависит от водно-температурного ре-

жима почвы, который, в свою очередь, определяет интенсивность биологических процессов, чем внесение минерального азота.

Так, под озимой пшеницей, где отбор почвенных образцов проводился через 10 дней после ранневесенней азотной подкормки, содержание N-NO₃ в 0-40 см слое почвы было значительно меньшим, чем под кукурузой, где образцы почвы отбирались до азотной подкормки, но в более поздние временные сроки. Если азотные удобрения в среднем по всем вариантам, получившим азотную подкормку, обеспечили увеличение содержания азота нитратов под озимой пшеницей на 4,3 мг/кг (89 %), то под кукурузой - средневзвешенное его содержание относительно озимой пшеницы было выше на 150 %.

Таблица 2 – Влияние удобрений на содержание азота нитратов в 0-40 см слое почвы под озимой пшеницей и кукурузой, возделываемой на зерно, 2013 г.

N вар.	Вариант опыта	N-NO ₃					
		озимая пшеница (поле I,V)			кукуруза (поле VIII)		
		мг/кг	±		мг/кг	±	
			мг/кг	%		мг/кг	%
1	Без удобрений	5,1	0	0	15,7	0	0
2	NP	11,0	5,9	116	22,1	6,4	41
3	PK	4,6	-0,5	-10	22,2	6,5	41
4	NK	8,1	3	59	18,7	3,0	19
5	NPK	11,9	6,8	133	22,3	6,6	42
6	1,5N PK	11,9	6,8	133	22,1	6,4	41
7	1,5P NK	8,4	3,3	65	23,1	7,4	47
8	1,5K NP	8,1	3,0	59	18,4	2,7	17
9	NPK + 60 т навоза	11,9	6,8	133	21,0	5,3	34
НСР _{0,95} , мг/кг			2,7			-	
НСР _{0,95} , %				29,5			-

В рисунке 4 мы сопоставили среднетрендовые показатели содержания азота нитратов в 0-40 см слое почвы с количеством выпавших осадков за осенне-весенний период и среднемесячной температурой срока отбора поч-

венных образцов в разрезе 2012-2013 годов исследований. Из рисунка видно, что содержание азота нитратов в большой степени определяется гидротермическим состоянием агросистемы. В этой связи, хотя и косвенно, но

можно заключить, что длительное использование пашни, в нашем случае более 50 лет, на фоне оптимальных систем удобрения сохраняет достаточно высокий азотный потенциал. С другой стороны, на фоне фактически складывающегося водно-температурного, почвенно-биологического и др. режимов агросистемы в ответственные фазы развития растений, что имело место в 2013 году на посевах озимой пшеницы (поле I и V), внесение азотных удобре-

ний может стать единственным источником обеспечения растений азотным питанием в критические фазы их развития. Причем недостаток азота в этот период не может быть компенсирован в дальнейшем. О взаимосвязи между количеством осадков и эффективностью азотных удобрений на содержание доступных соединений азота в почве под озимой пшеницей сообщается в исследованиях [10, 11].

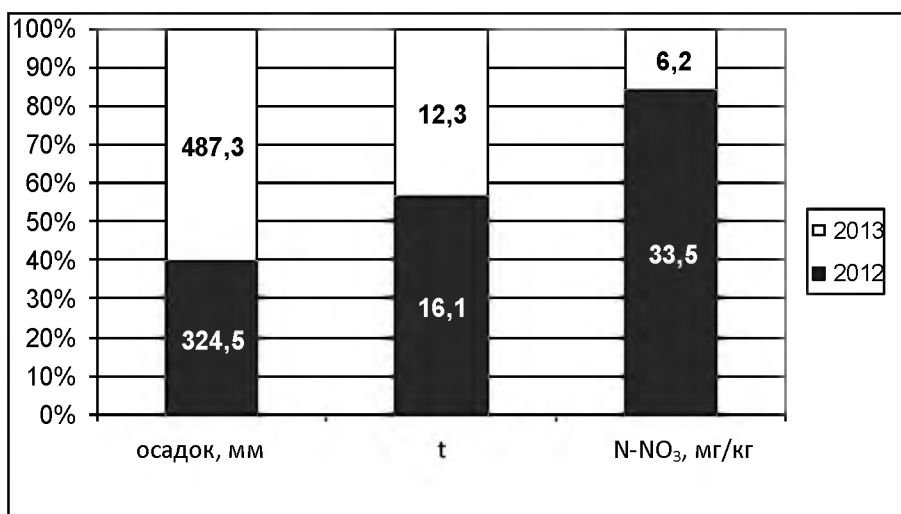


Рисунок 4 – Содержание азота нитратов в 0-40 см слое почвы в зависимости от количества осадков и температурного режима (в среднем по полю I и V), 2012-2013 гг.

Важнейшим, наряду с минеральными удобрениями, средством сохранения и пополнения почвы элементами почвенного плодородия являются органические удобрения, в частности навоз. Их универсальность заключается еще и в том, что с ними в почву поступает целый комплекс макро- и микроэлементов и готовых гумусовых веществ. Они существенно улучшают агрофизические и микробиологические показатели почвы. Кроме того, органические удобрения обладают высоким последствием, как на урожай сельскохозяйственных культур, так и на обеспеченность почвы элементами минерального питания.

Содержание азота нитратов в целом не определялось внесением орга-

нического удобрения, как в год прямого действия навоза (поле VIII), так и на первый (поле I) и пятый (поле V) годы последствия. Это может объясняться несколькими причинами. Во-первых, основная часть азота, внесенного с навозом, представлена общей формой (430 кг общего азота в 60 т навоза) и для пополнения нитратного фонда почвы требует определенного времени. Во-вторых, что больше относится к действию и первому году последствия навоза, с 60 т навоза почву поступает достаточное количество сухого вещества (14760 кг), часть которого представлена свежими, неразложившимися остатками, для минерализации которых требуется определенное количество доступного азота. И, в-третьих, как

мы уже отмечали, гидротермические условия 2013 года не способствовали высоким темпам нитрификации.

Содержание подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы достоверно увеличивалось на фоне внесения органических удобрений, как от прямого действия навоза, так и от его последействия. Причем, последействие органического удобрения по своей эффективности практически не уступало его действию. Если в год внесения 60 т/га навоза в почву (с этим его количеством поступило 192 кг общего P_2O_5), содержание подвижного фосфора возросло в 0-20 см слое почвы на 24,5 мг/кг (14-37 %), то на 5-й год последействия эти показатели практически не уменьшились, а даже возросли и составили 36,0 мг/кг и 99 % соответственно. Некоторое снижение темпов пополнения почвы подвижным фосфором в первый год последействия навоза (поле I) связано, видимо, с усилением микробиологических процессов в почве на фоне поступления свежего органического вещества.

При внесении 60 т/га навоза (в почву с этим количеством поступило

660 кг общего калия) статистически доказуемых изменений в содержании обменного калия в почве установлено не было, как по действию, так и последействию внесенного органического удобрения.

Все вышеизложенное в большей степени характеризует длительное влияние удобрений на изменение основных показателей почвенного плодородия, за исключением, пожалуй, только азота. В практических целях было бы целесообразно иметь данные, показывающие затраты удобрений для достижения оптимального или желаемого содержания того или другого элемента питания в почве в зависимости от потребности конкретной культуры.

В таблице 3 приведены усредненные данные сезонного (2012-2013 и 2013-2014 гг.) изменения содержания подвижного фосфора и обменного калия в почве в зависимости от внесенных удобрений.

Как видно из таблицы 3, разовое внесение удобрений изменяет содержание только подвижного фосфора в почве.

Таблица 3 – Влияние разового внесения удобрений на содержание подвижного фосфора и обменного калия в 0-20 см слое светло-каштановой почвы, 2012-2014 гг.)

Вариант	P_2O_5			K_2O		
	мг/кг	прибавка		мг/кг	прибавка	
		±	%		±	%
Без удобрения	13,5	0	0	416	0	0
NP	21,5	8,0	59	412	-4,6	-1
PK	21,8	8,3	61	422	5,4	1
NK	12,6	-0,9	-7	419	2,4	1
NPK	22,1	8,6	64	418	2,0	1
1,5N PK	21,1	7,6	56	410	-6,6	-2
1,5P NK	27,1	13,6	101	412	-4,3	-1
1,5K NP	20,8	7,3	54	436	-0,6	0
HCP _(0,95) мг/кг		7,4			-	
HCP _(0,95) %			55			-

Так, если на контрольном варианте опыта его содержание составило, в среднем по трем полям севооборота – 13,5 мг/кг, то на вариантах, получивших одинарную дозу фосфорного удобрения, содержание подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы увеличилось на 7,4–8,3 мг/кг (56-61 %) и при полуторной дозе фосфорного удобрения – на 13,6 и 101 % соответственно. То есть прослеживается прямая зависимость между дозой фосфорного удобрения и величиной обогащения почвы подвижным фосфором.

Содержание обменного калия в почве практически не изменилось, а зафиксированные незначительные его изменения в почве, удобренных калием вариантах были далеко за пределами точности опыта.

Для определения количественной зависимости между дозами вносимых удобрений и накоплением подвижного фосфора в почве мы провели регрессионный анализ между этими показателями.

Для более широкого охвата количественных изменений, анализ проводился с использованием всех пространственных и аналитических повторений полевых опытов. В качестве инструмента была использована многофакторная регрессионная модель. Для установления возможного влияния на содержа-

ние подвижного фосфора в почве и других изучаемых нами удобрений (азотные, калийные, фосфорные) в качестве факторов влияния в модель были включены все изучаемые удобрения.

Только один коэффициент множественной корреляции ($R_{yx2(\text{фосфорные})}=0,968$) составил существенную величину. Аналогичные коэффициенты корреляции, определяющие связь между дозами других рассматриваемых удобрений ($R_{yx1(\text{азотные})}=0,295$, $R_{yx3(\text{калийные})}=0,303$), а также их взаимодействие, были не значимы. Поэтому они были исключены из регрессионной модели. Установленный коэффициент детерминации ($D=(R_b)^2 \cdot 100$) показывает, что вариация результативного признака (содержание P_2O_5 в почве) в среднем на 93,7 % объясняется за счет вариации факторного признака, включенного в модель (дозы фосфорного удобрения). Таким образом, полученная регрессионная модель имеет следующий вид – $Y=12,7+0,129 \cdot X$. Следовательно, внесение каждого кг д.в. фосфорного удобрения сопровождается увеличением содержания подвижного фосфора в почве на 0,129 мг/кг. В качестве примера в рисунке 5 представлены фактические и расчетные (полученные по регрессионной модели) показатели содержания подвижного фосфора в почве. Эти показатели дают достаточно близкие величины и могут

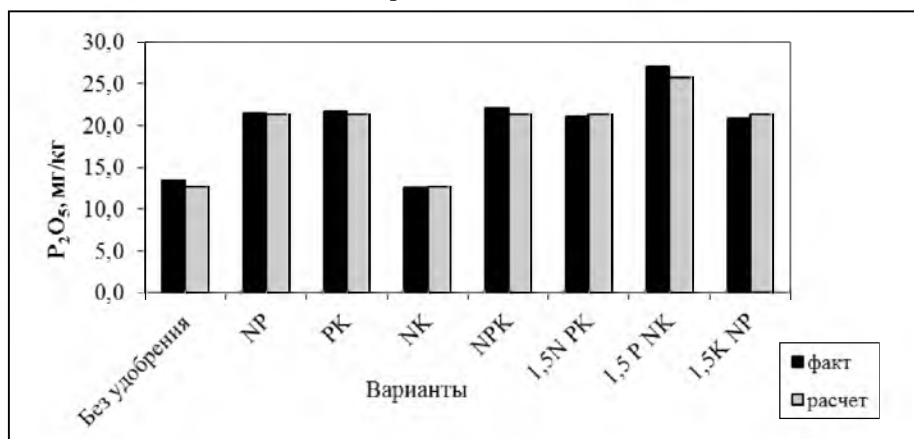


Рисунок 5 – Фактические и расчетные показатели содержания подвижного фосфора в 0-20 см слое почвы (в среднем по севооборотным полям), 2012-2014 гг.

быть использованы для практического использования. Таким образом, минеральные и органические удобрения являются основным средством регулирования, поддержания и воспроизводства плодородия орошаемой светло-каштановой почвы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За 53 года использования орошаемой светло-каштановой среднесуглинистой почвы под культурами 7-ми полевого свекловичного севооборота, содержание подвижного фосфора и обменного калия уменьшилось без внесения удобрений в 0-20 см слое на 22-30 % и 4-8 % соответственно. При включении фосфора в составе полного минерального удобрения его содержание увеличилось на 121-145 % (24-34 мг/кг почвы). Содержание обменного калия, при высокой обеспеченности почвы этим элементом, увеличилось на фоне внесения калийного удобрения незначительно - на 15-29 %. Максимальное накопление подвижного фосфора и обменного калия отмечено на вариантах совместного внесения минеральных удобрений и навоза - 240-278 и 27-43 % соответственно.

Установлена высокая прямолинейная зависимость ($D=93,7\%$) между ежегодным внесением фосфорных удобрений и содержанием его подвижной формы в почве. Внесение каждого килограмма действующего вещества фосфорного удобрения обеспечивает повышение содержания подвижного фосфора в почве на 0,129 мг/кг. Что может быть использовано в практических целях для достижения оптимального или желаемого его содержания в почве.

Особенности действия азота минеральных удобрений и навоза на содержание и накопление азота в доступных для растений формах не могут быть использованы в силу особенностей круговорота этого элемента, для прогнозирования его содержания во времени и расчета оптимального или желаемого содержания $N-NO_3$ в почве. Поэтому все используемые в настоящее время методы почвенной диагностики азотного питания растений, со всеми вытекающими из этого агрономическими действиями, должны сводиться к учету содержания минеральных его форм в почве до посева или же на ранних, критических фазах роста и развития растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Носиев Б.Н. Сравнительное влияние различных систем удобрения на агрохимические показатели темно-каштановых почв // *Агрохимия*. – 2013. – №8. - С. 11-17.
- 2 Володина Т.И., Макарова А.И. Влияние систем удобрения на содержание подвижного фосфора и обменного калия в дерново-подзолистой почве // *Агрохимия*. – 2010. – №9. – С. 31-34.
- 3 Базильжанов Е.К., Быков А.Н. Агрохимическое состояние плодородия почв Казахстана: итог и пути развития // *Материалы международной научно – практической конференции «Перспективы технологии возделывания масличных, зернобобовых культур и регулирование почвенного плодородия»*. – Алматы, 2013. – С. 305.
- 4 ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. – М., 1992. – 8 с.
- 5 ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. – М., 1986. – 4 с.
- 6 Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.
- 7 Завьялова Н.Е. Влияние длительного применения минеральных удобрений на фосфатный режим дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы // *Агрохимия*. – 2015. – №9. – С. 33-40.

8 Заришняк А.С., Иванина В.В., Колибабчук Т.В. Фосфатный режим чернозема оподзоленного при длительном применении удобрений // *Агрохимия*. – 2014. – №4. – С. 20-26.

9 Борисов В.А., Васючков И.Ю., Успенская О.Н., Гренадеров Н.В. Фосфатный режим аллювиальной луговой почвы после 30-летнего применения минеральных удобрений в овоще - кормовом севообороте // *Агрохимия*. – 2014. – №1. – С. 23-26.

10 Шафран С.А., Прошкин В.А., Шаброва Е.В. О возможности прогнозирования эффективности азотной подкормки озимой пшеницы по агрохимическим свойствам почв и величиной осадков // *Агрохимия*. – 2013. – №11. – С. 26-37.

11 Сулейменов Е.Т. Эффективность минеральных удобрений на озимой пшенице в связи с погодными условиями на юго-востоке Казахстана // *Сб. докладов межд. научно-практ. конф. «Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия»*. – Курск, 2008. – С. 369-373.

REFERENCES

1 Nosiyeв B.N. Sravnitelnoye vliyaniye razlichnykh sistem udobreniya na agrokhimicheskiye pokazateli temno-kashtanovykh pochv // *Agrokhiimiya*. – 2013. – №8. – S. 11-17.

2 Volodina T.I., Makarova A.I. Vliyaniye sistem udobreniya na sodержaniye podvizhnogo fosfora i obmennogo kaliya v dernovo-podzolistoy pochve // *Agrokhiimiya*. – 2010. – №9. – S. 31-34.

3 Bazilzhanov Ye.K., Bykov A.N. Agrokhimicheskoye sostoyaniye plodorodiya pochv Kazakhstana: itogo i puti razvitiya // *Materialy mezhdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferentsii «Perspektivy tekhnologii vozdeleyvaniya maslichnykh, zernobobovykh kultur i regulirovaniye pochvennogo plodorodiya»*. – Almaty, 2013. – S. 305.

4 GOST 26205-91. Pochvy. Opredeleniye podvizhnykh soyedineniy fosfora i kaliya po metodu Machigina v modifikatsii TsINAО. – М., 1992. – 8 s.

5 GOST 26488-85. Pochvy. Opredeleniye nitratov po metodu TsINAО. – М., 1986. – 4 s.

6 Dospekhov V.A. Metodika polevogo opyta. – М., 1985. – 351 s.

7 Zavvalova N.E. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya mineralnykh udobreniy na fosfatnyy rezhim dernovo-podzolistoy tyazhelosuglinistoy pochvy // *Agrokhiimiya*. – 2015. – №9. – S. 33-40.

8 Zarishnyak A.S., Ivanina V.V., Kolibabchuk T.V. Fosfatnyy rezhim chernozema opodzolennogo pri dlitel'nom primenении udobreniy // *Agrokhiimiya*. – 2014. – №4. – S. 20-26.

9 Borisov V.A., Vasyuchkov I.Yu., Uspenskaya O.N., Grenaderov N.V. Fosfatnyy rezhim allyuvial'noy lugovoy pochvy posle 30-letnego primeneniya mineralnykh udobreniy v ovoshche - kormovom sevooborote // *Agrokhiimiya*. – 2014. – №1. – S. 23-26.

10 Shafran S.A., Proshkin V.A., Shabrova Ye.V. O vozmozhnosti prognozirovaniya effektivnosti azotnoy podkormki ozimoy pshenitsy po agrokhimicheskim svoystvam pochv i velichinoy osadkov // *Agrokhiimiya*. – 2013. – №11. – S. 26-37.

11 Suleymenov Ye.T. Effektivnost mineralnykh udobreniy na ozimoy pshenitse v svyazi s pogodnymi usloviyami na yugo-vostoke Kazakhstana // *Sb. dokladov mezhd. nauchno-prakt. konf. «Intensifikatsiya, resursosberezheniye i okhrana pochv v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya»*. – Kursk, 2008. – S. 369-373.

ТҮЙІН

Гусев В. Н., Сүлейменов Е.Т.

АШЫҚ ҚАРА-ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТЫҢ ТИІМДІ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫНЫҢ НЕГІЗГІ
ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІНЕ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ ҰЗАҚ ҚОЛДАНУДЫҢ ӘСЕРІ

*Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
040909, Алмалыбақ ауылы, Қарасай ауд, Алматы обл., Қазақстан,
e-mail: kazniizr@mail.ru*

Суармалы ашық қара-қоңыр топырақтарда 53 жыл бойы тыңайтқыш енгізілмеген жағдайда жылжымалы фосфор мен алмаспалы калийдің мөлшері, оның 0-20 см қабатында сәйкесінше 22-30 % және 4-8 %-ға азайған. Тыңайтқыштың минералды жүйесін қолданудан жылжымалы фосфор мөлшері 121-145 %-ға көбейді (24-34 мг/кг топырақ), ал алмаспалы калий 15-29 %-ға жоғарылады. Жылжымалы фосфор мен алмаспалы калийдің ең жоғары жиналуы минералды тыңайтқыштар мен қиды бірге қолданған нұсқаларда байқалды, сәйкесінше 240-278 немесе 27-43 %. Топырақтағы нитратты азоттың көп мөлшері тыңайтқыштарды қолдануға қарағанда гидротермикалық агрожүйе жағдайында анықталды.

Түйінді сөздер: нитратты азот, жылжымалы фосфор, алмаспалы калий ашық-қара қоңыр топырақ, тыңайтқышты ұзақ мерзімді пайдалану.

SUMMARY

Gusev V.N., Suleimenov E.T.

INFLUENCE OF THE LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE CHANGE OF
THE MAIN ELEMENTS OF EFFECTIVE FERTILITY OF IRRIGATED
LIGHT-CHESTNUT SOIL

*LLP «Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing», 040909, Almaty
region, Karasay district, Almalybak village, Erlepesov street, 1, Kazakhstan,
e-mail: kazniizr@mail.ru*

For 53 years of using irrigated light chestnut soil without fertilizers, the content of mobile phosphorus and exchange potassium decreased in the 0-20 cm soil layer by 22-30 % and 4-8 %, respectively. When using the mineral fertilizer system, the content of mobile phosphorus increased by 121-145 % (24-34 mg/kg soil), exchangeable potassium - by 15-29 %. The maximum accumulation of mobile phosphorus and exchangeable potassium was noted in variants of joint application of mineral fertilizers and manure - 240-278 and 27-43 %, respectively. The nitrogen content of nitrates in the soil was determined to a greater extent by the hydrothermal state of the agrosystem than by fertilization.

Key words: nitrogen nitrates, mobile phosphorus, exchange potassium, light chestnut soil, long-term fertilizer application.