

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДЛИТЕЛЬНЫХ ОПЫТАХ С УДОБРЕНИЯМИ В КАЗАХСТАНЕ

А.С. Сапаров, д.с.-х.н., Б.У. Сулейменов, д.с.-х.н., КазНИИПиА

Проанализированы данные длительных стационарных опытов с минеральными удобрениями, проведенных в Республике Казахстан на различных типах почв и севооборотах, и представлены закономерности их действия.

Ключевые слова: севооборот, продуктивность, плодородие, система удобрения, агрохимические показатели.

Важную роль в рациональном использовании почвенных и земельных ресурсов и повышении продуктивности сельскохозяйственных культур играют агрохимические исследования. На основе их результатов можно регулировать и целенаправленно управлять плодородием почв и продуктивностью культур. Последнее является главной задачей земледелия и от ее решения во многом зависит обеспечение продовольственной безопасности страны.

В Республике Казахстан проводится несколько длительных опытов с удобрениями, заложенных с основными сельскохозяйственными культурами в севооборотах в соответствии с требованиями к методам агрохимических исследований. Они являются репрезентативными для различных типов почв.

Полученные результаты агрохимических исследований в длительных опытах с удобрениями служат теоретической основой для разработки научно обоснованных систем удобрения и рекомендаций по воспроизводству почвенного плодородия и рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения.

Методика. Длительные опыты с удобрениями проведены в севооборотах на светло-каштановых, темно-каштановых и лугово-каштановых почвах юго-востока Казахстана и на черноземах южных, карбонатных и темно-каштановых почвах Северного Казахстана. Культуры – технические, овощные, зерновые и кормовые.

Первый стационар длительных опытов с удобрениями культур свекловичного севооборота заложен на орошаемых светло-каштановых почвах в 1961 г. и включен в Географическую сеть опытов с удобрениями, второй – в 1991 г. На темно-каштановых почвах стационар с культурами овощного севооборота заложен в 1991 г. На лугово-каштановых почвах длительные опыты с удобрениями заложены в 1983 г. с культурами кормового севооборота. Опыты проводились по 1/4 и 1/9 частичным факториальным схемам, рекомендованным ВИУА.

На черноземах и темно-каштановых почвах Северного Казахстана опыты с удобрениями проводили на зернопаровых и зерновых севооборотах с 1961 по 2000 г. Новый стационарный опыт по изучению эффективности минеральных удобрений заложен в 2008 г. Основная цель его – разработать систему удобрения в условиях минимализации обработки почвы. На южных карбонатных черноземах опыты проводили в зернопаровых и сидеральных севооборотах в 2001-2005 г.

Методика закладки полевых опытов и почвенно-агрохимических исследований общепринятая. Аттестация полевых опытов с удобрениями в настоящее время не проводится из-за отсутствия соответствующей организации. Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями периодически публикуются в рейтинговых изданиях республики и изданиях СНГ, популяризация опытов проводится через центры распространения знаний во всех областных центрах Казахстана, на семинарах-совещаниях, научных форумах-конференциях и симпозиумах. Научные разработки внедряются в хозяйствах региона. Следует отметить, что в последнее время в Республике на целенаправленные исследования

в стационарных и длительных опытах с удобрениями и их координацию финансовые средства государство не выделяет.

Результаты и их обсуждение. Ведущая роль в формировании плодородия почв и повышении устойчивости земледелия отводится гумусу. От его содержания во многом зависят физико-химические и биологические свойства почвы.

На орошаемых светло-каштановых почвах длительное возделывание культур свекловичного севооборота без применения удобрений привело к снижению содержания гумуса в почве. Так, по данным Казахского НИИ земледелия и растениеводства, содержание гумуса в пахотном слое почвы к концу первой ротации севооборота без применения удобрений уменьшилось по сравнению с исходным на 0,28 %, а к концу шестой ротации – на 0,32 % (табл. 1). На фоне минеральных удобрений содержание гумуса в верхнем слое почвы к концу первой ротации несколько возросло, в конце третьей ротации на фоне минеральных удобрений оно было меньше исходного на 0,01 %.

На фоне полного минерального удобрения совместно с навозом (60 т/га, внесенным один раз за ротацию) в конце третьей ротации содержание гумуса в верхнем слое возросло на 0,23 %, затем снизилось и стабилизировалось в конце пятой и шестой ротаций. В нижних слоях почвы к концу шестой ротации отмечено уменьшение содержания гумуса на фоне без применения удобрений на 0,33 %, на фоне минеральных удобрений – на 0,13-0,25 %, а на фоне минеральных удобрений с навозом наблюдается незначительное увеличение (на 0,04-0,05 %).

1. Содержание и запасы гумуса в орошаемой светло-каштановой почве свекловичного севооборота

Вариант опыта	Гумус, %			Запасы гумуса, т/га		
	Слой почвы, см					
	0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Исходное содержание, 1961 г.	2,60	2,50	2,55	65,0	58,0	123,0
Первая ротация (1961-1970 гг.)						
Без удобрений	2,38	2,16	2,27	55,7	50,5	106,2
НПК	2,69	2,48	2,59	62,9	58,0	120,9
Третья ротация (1979-1988 гг.)						
Без удобрений	2,27	2,17	2,22	60,4	57,7	118,1
НПК	2,53	2,34	2,44	67,8	63,0	130,8
НПК + навоз, 60 т/га	2,83	2,47	2,65	75,3	65,2	140,5
Пятая ротация (1994-2000 гг.)						
Без удобрений	2,23	2,16	2,20	58,1	56,3	114,4
НПК	2,50	2,35	2,43	65,1	61,1	126,3
НПК + навоз, 60 т/га	2,69	2,45	2,57	69,8	63,7	133,5
Шестая ротация (2000-2009 гг.)						
Без удобрений	2,28	2,17	2,22	59,3	56,2	115,5
НПК	2,59	2,25	2,42	67,3	58,5	125,8
НПК + навоз, 60 т/га	2,64	2,54	2,59	68,4	66,0	134,4

Запасы гумуса на фоне без удобрений к концу первой ротации севооборота снизились в слое как 0-20, так и 20-40 см (на 14,3 и 12,9 % соответственно), а к концу шестой ротации уменьшились в верхнем слое на 5,7 т/га, а в нижнем на 1,8 т/га. При применении полного минерального удобрения в течение первой ротации севооборота запасы гумуса в почве не удалось удержать на уровне исходных значений, тогда как к концу третьей ротации в пахотном слое запасы гумуса возросли на 2,8 т/га, а к концу шестой ротации – на 2,3 т/га. В нижнем слое почвы запасы гумуса к концу третьей ротации

увеличились на 5 т/га, в пятой – всего на 3,1 и в шестой ротации – на 0,5 т/га. При совместном применении минеральных удобрений и навоза достигнуто расширенное воспроизводство гумуса в почве. Запасы гумуса возросли, начиная с третьей ротации, как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы.

Исходное содержание подвижного фосфора в верхнем слое почвы опытного участка находилось на уровне 24,0 мг/кг, что характеризовало её как среднеобеспеченную фосфором для зерновых культур и низкообеспеченную для сахарной свеклы. На фоне без применения удобрений содержание подвижного фосфора в почве уменьшилось к концу первой ротации севооборота, как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы по сравнению с исходным и к концу третьей, пятой и шестой ротаций оно продолжало снижаться. На фоне полного минерального удобрения содержание подвижного фосфора в почве к концу первой ротации увеличилось на 13,1 мг/кг почвы и достигло оптимальных значений. При этом в удобрённых вариантах в верхнем слое отмечено повышение содержания подвижного фосфора до уровня оптимального не только на фоне минеральных, но и совместно минеральных и органических удобрений. Аналогичное изменение наблюдается и в улучшении калийного режима орошаемых светло-каштановых почв.

Удобрения, оказывая положительное влияние на питательный режим орошаемых светло-каштановых почв, способствовали повышению не только продуктивности культур, но и качества продукции свекловичного севооборота. При длительном возделывании культур без удобрений получены низкие урожаи и качество культур свекловичного севооборота. Систематическое применение минеральных удобрений обеспечило увеличение урожайности корнеплодов сахарной свеклы почти в 3 раза, зерна пшеницы в 1,5, зерна кукурузы в 1,3, сена люцерны в 1,5 раза. При применении минеральных и органических удобрений урожайность сахарной свеклы возросла в 3 раза, пшеницы в 1,6, кукурузы в 1,5, сена люцерны в 1,6 раз. Существенно повысилось при этом качество продукции: на 0,8-1,2 % увеличилось содержание сырого протеина в зерне пшеницы, на 0,9-1,0 % – сахаристость корнеплодов, улучшилось также качество зерна кукурузы и сена люцерны.

На орошаемых темно-каштановых почвах при длительном возделывании овощных культур в интенсивном овощном севообороте снизилось содержание гумуса и валовых запасов на фоне без удобрений. Так, по данным Казахского НИИ картофелеводства и овощеводства, за 18 лет содержание гумуса в пахотном слое снизилось, валовые запасы уменьшились на 15,2 % (табл. 2). В слое 0-30 см, где сосредоточена основная масса корней растений, исходное содержание гумуса составляло 2,56 %. На фоне, где вносили только минеральные удобрения – $N_{360}P_{330}K_{300}$ за ротацию севооборота, содержание гумуса снизилось на 6,48 т/га, или на 7,0 % по сравнению с исходным. При использовании органических удобрений (60 т/га навоза за ротацию) содержание гумуса в слое 0-30 см незначительно изменилось по сравнению с исходным – на 0,05 %. Запасы гумуса уменьшились на 1,95 %.

2. Содержание и запасы гумуса в слое почвы 0-30 см в интенсивном овощном севообороте на орошаемой темно-каштановой почве (в среднем за 1991-2008 гг.)

Вариант опыта	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	Разница	
			±	%
Исходное	2,56	92,16	-	100
Без удобрений	2,17	78,12	-14,04	84,77
$N_{360}P_{330}K_{300}$ за ротацию	2,38	85,68	-6,48	92,97
Навоз, 60 т/га за ротацию	2,51	90,36	-1,80	98,05
$N_{360}P_{330}K_{300}$ + навоз, 60 т/га	2,60	93,60	+1,44	101,56

При совместном применении минеральных и органических удобрений содержание гумуса в слое 0-30 см превысило исходный уровень на 1,44 т/га, или на 0,04 %, т.е. при применении минеральных и органических удобрений наблюдается тенденция к расширенному воспроизводству гумуса в почве. Продуктивность интенсивного овощного севооборота на органическом фоне составила 12,6 ц/га з. е., суммарная прибавка от минеральных удобрений и органического фона – от 35,7

до 72,4 ц/га з.е. При этом наибольший эффект взаимодействия отмечен на фоне двойных доз минеральных удобрений.

Освоение и введение овощетравяного севооборота с традиционно биологизированной системой удобрения (запашка 2 т/га соломы, внесение $N_{20}P_{60}K_{60}$ и 20 т/га навоза – один раз за ротацию) обеспечило сохранение плодородия и тенденцию к расширенному его воспроизводству на орошаемых темно-каштановых почвах. При этом содержание гумуса в пахотном слое почвы повысилось на 14,7 % по сравнению с контролем интенсивного овощного севооборота. Применение 2 т/га соломы, 20-40 т/га навоза и сидератов на фоне минеральных удобрений способствовало увеличению содержания гумуса до 3,04-3,10 %, общего азота до 0,180-0,185, валового фосфора до 0,200-0,220 и калия до 2,21-2,40 %, т.е. способствовало предотвращению деградации почв.

На лугово-каштановых почвах юго-востока Казахстана длительное применение удобрений (в течение четырех ротаций) в условиях кормового севооборота оказало положительное влияние на агрохимические свойства почвы, обогащая ее подвижными формами азота, фосфора и калия. Установлено, что при внесении двойных и тройных доз фосфорных удобрений создается высокий уровень фосфатного фонда почвы, что позволяет возделывать последующие культуры (суданскую траву и люцерну) без внесения фосфорных удобрений. Так, в первой ротации кормового севооборота прибавка урожая колебалась в зависимости от условий минерального питания: корнеплодов в пределах 14,9-49,4 т/га, зеленой массы кукурузы – 24,3-45,7, суданской травы 14,2-26,0 и люцерны (в сумме за 3 года жизни) 43,5-75,7 т/га (рис.).

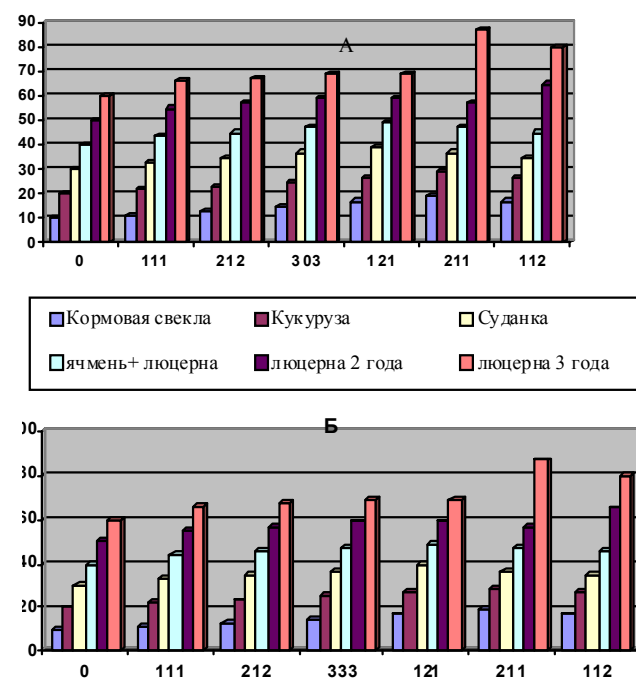


Рис. Урожайность, т/га (А) и выход кормовых единиц возделываемых культур (Б) в 1-й ротации кормового севооборота на лугово-каштановой почве в зависимости от применения возрастающих доз NPK удобрений (среднее за 4 года)

В четвертой ротации севооборота наибольшую продуктивность корнеплодов кормовой свеклы обеспечивает применение двойной дозы удобрений – $N_{180}P_{100}K_{180}$ (урожай 97,9, корм. ед. 16,2 т/га). Наибольшая продуктивность кукурузы на зеленую массу отмечена на фоне удобрений при соотношениях 2:1:1 (урожайность до 69,9-80,0 т/га, к.ед., 13,2-16,2 т/га). Следует отметить, что, как в первой ротации по травяному звену севооборота, так и в четвертой ротации наиболее эффективны тройные дозы азота по последствию фосфорно-калийных удобрений (при соотношении NPK 3:3:3). За четыре ротации севооборота (24 года) на фоне удобрений выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади составил 61,8-70,8 т/га.

На черноземах Северного Казахстана в зернопаровых севооборотах средняя урожайность зерновых культур, по данным НППЦ зернового хозяйства им. А.И.Бараева, за 15 лет на фоне без удобрений в 3-польном севообороте по пару составила 14,1 ц/га, в 5-польном – 12,3 ц/га, а на фоне минеральных удобрений – 19,6 ц/га. При этом средняя продуктивность пашни составила в 3-польном – 10,4 и в 5-польном – 13,0 ц/га на фоне без удобрений, а на фоне внесения минеральных удобрений – 13,9 и 17,2 ц/га соответственно. Расход гумуса на 1 ц зерна на фоне без удобрений составил в 3-польном севообороте 1,86 и в 5-польном – 1,5 кг, а на фоне удобрений – 0,85 и 0,65 кг соответственно.

На темно-каштановых почвах эффективность удобрений в 5-польном зернопаровом севообороте зависела от вида, доз удобрений, их соотношения, а также оптимального содержания подвижного фосфора. Так, применение фосфорных удобрений в дозах от 60 до 120 кг д.в./га повышало содержание P_2O_5 в почве от 18 до 28 мг/кг почвы и обеспечивало прибавку урожая от 7,6 до 9,4 ц/га при урожае зерна на контроле 45,2 ц/га за первую ротацию зернопарового севооборота. Такая же закономерность проявляется во второй и третьей ротациях севооборота. За три ротации севооборота применение азотных удобрений (N_{30-60}) на фоне возрастающих доз фосфорных удобрений обеспечивает прибавку урожая за ротации севооборота от 8,2 до 14,7 ц/га за счет азота.

На южных карбонатных черноземах Северного Казахстана в 4-польном зернопаровом севообороте наблюдается умень-

шение урожайности яровой пшеницы от первой культуры после пара к третьей. Средняя урожайность яровой пшеницы за ротации севооборота в зависимости от способа внесения удобрений на фоне соломы урожая составила 15,3-20 ц/га при урожайности фона 14,9 ц/га. Ежегодное внесение N_{20} в рядки весной по фону соломы обеспечивает прибавку урожая зерна 1,4 ц/га за ротацию севооборота, а в дозе N_{60-90} как весной, так осенью – 3,9-4,0 ц/га. При ежегодном внесении фосфорных удобрений (P_{20}) по фону в рядки прибавка урожая зерна за ротацию севооборота составила 8,1 ц/га, а при внесении P_{150} в паровое поле – 10,1 ц/га. Совместное применение фосфорных (P_{150}) и азотных (N_{60-90}) удобрений по фону соломы обеспечивает прибавку 12,2 ц/га за счет их оптимального соотношения. Совместное применение азотно-фосфорных удобрений и навоза (30 т/га) обеспечивает прибавку зерна яровой пшеницы до 15,4 ц/га за ротацию 4-польного севооборота. Аналогичная закономерность эффективности применения удобрений наблюдается и при возделывании яровой пшеницы в 4-польном сидеральном севообороте.

Закключение. Проведенный анализ по изучению эффективности минеральных удобрений в условиях длительных стационарных опытов на различных типах почв и севооборотах свидетельствует о возможности направленного регулирования плодородия почв Казахстана. При применении научно обоснованных систем удобрения можно не только сохранить, но и повысить почвенное плодородие и получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур хорошего качества.

STATUS AND PROSPECTS OF RESEARCH IN THE LONG-TERM EXPERIMENTS WITH FERTILIZERS IN KAZAKHSTAN
A.S. Saparov, B.U. Suleimenov, Uspanov Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry, 75B Al-Farabi Ave. Almaty, 050060 Kazakhstan, E-mail: ab.saparov@mail.ru

Data of long-term stationary experiments with mineral fertilizers conducted in the Republic of Kazakhstan on different soil types and crop rotation patterns have been analyzed, and their impact features have been reported. The data include the results of beet crop rotation on light-chestnut soils in the south-east of Kazakhstan; vegetable crop rotation on dark chestnut soils and forage crop rotation on meadow-chestnut soils; grain and fallow crop rotations on dark soil and dark chestnut soils and grain fallow and green manure crop rotation on southern calcareous dark soil in the northern Kazakhstan.

Keywords: crop rotation, productivity, fertility, fertilizers system, agrochemical parameters.

hytosanitary state, yield, humus, fertility, pests.