

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ
ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И УДОБРЕНИЙ
В НАКОПЛЕНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
И ОПТИМИЗАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ**

Б. Р. Ирмулатов, кандидат сельскохозяйственных наук
А. И. Иорганский, академик АСХН, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор

Павлодарский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, Павлодар, Республика Казахстан
E-mail: nii07@inbox.ru

Ключевые слова: предшественники, южный чернозем, темно-каштановые почвы, севооборот, растительные остатки, азот, фосфор

Реферат. Показано, что изучаемые почвы для повышения продуктивности и улучшения экологического состояния остро нуждаются в пополнении содержания в них органического вещества. В зернопаровых, зерновых и зернопропашных севооборотах его накопление более эффективно обеспечивают как по паровым, так и по непаровым предшественникам подсолнечник, кукуруза на зеленую массу, ячмень, овес, а также применение нулевой агротехнологии как при возделывании отдельных культур, так и в различных их звеньях (на 0,3–4,8 и 3,4–4,9 т/га больше по сравнению с традиционной агротехнологией соответственно). Ее применение особенно необходимо по таким предшественникам, как чистый пар и пропашные культуры, по которым не рекомендуется проводить посевы пропашных культур на второй год и одной и той же зерновой культуры на третий год в связи с более интенсивной минерализацией на них органического вещества и резким сокращением содержания растительных остатков – на 33,6–63,2%. Все изучаемые виды паров, применяемые технологии их подготовки и различные фоны интенсификации не оказывают существенного влияния на обеспеченность темно-каштановых легкосуглинистых почв азотом нитратов ($N-NO_3$) и подвижным фосфором. Содержание $N-NO_3$ остается на прежнем очень низком уровне – до 5 мг/кг в слое 0–40 см и повышенном по P_2O_5 –115–133 мг/кг в слое 0–20 см, что свидетельствует о необходимости применения азотных удобрений в более высоких дозах. На черноземах южных ранний кулисный пар с традиционной технологией обеспечивает средний уровень содержания нитратов перед посевом яровой пшеницы (46,8 мг/кг), количество которых системно снижалось на последующих посевах, что свидетельствует о необходимости применения на них азотных удобрений начиная со второй культуры после пара. При этом нулевой фон интенсификации по сравнению с темно-каштановыми почвами, где его влияние не проявлялось, наоборот, способствовал повышению содержания P_2O_5 в черноземах на 4–6 мг/кг по сравнению с традиционной технологией. Внесение на темно-каштановых почвах окисленного угля в дозе 1 т/га, восстановителя плодородия 33 кг/га и применение сидерации озимой ржи, овса, суданской травы обеспечивает достоверное повышение полевой всхожести яровой пшеницы на 9,6–11,2%, а внесение навоза 20 т/га, навоза 10 т/га с аммофосом 70 кг д. в./га, углеотходов, сидерации озимой ржи способствует повышению сохранности яровой пшеницы к уборке на 16,7–18,0% в сравнении с вариантом без удобрений; снижение коэффициента водопотребления яровой пшеницы при традиционной технологии на 12,4–26,1%; повышение содержания азота нитратов на 2,2–7,6 мг/кг, подвижного фосфора (кроме сидератов озимой ржи и овса) на 8,0–29,0 мг/кг при наиболее высокой эффективности навоза, аммофоса, сидератов суданской травы – 29–23 мг/кг; повышение биологической активности на 9,4–15,2% с наиболее высокой эффективностью по фонам сидерации овса, суданской травы (13,2–15,2%); поддержание запасов гумуса практически на исходном уровне, повышение в зерне пшеницы содержания клейковины на 0,3–1,7%, стекловидности на 3–10%, массы 1000 зерен на 0,1–2,3 г.

**AGROECOLOGICAL EFFECT OF DIFFERENT FORECROPS, TECHNOLOGIES
AND FERTILIZERS IN ACCUMULATION OF ORGANIC SUBSTANCES AND
EFFICIENT NUTRITIONAL SOIL REGIME**

Irmulatov B.R., Candidate of Agriculture

Iorganskiy A.I., academician of Academy of Agricultural Sciences, Dr. of Agricultural Sc., Professor

Pavlodar Research Institute of Agriculture, Pavlodar, the Republic of Kazakhstan

Key words: fore crops, southern chernozem, dark chestnut soils, crop rotation, plant residues, nitrogen, phosphorus.

Abstract. The paper shows that explored soils are in strong need of organic substances for their fertility and better ecological condition. The accumulation of organic substances in different types of soils are provided by sunflower, corn, barley, oats and application of no tillage technology (on 0.3-4.8 and 3.4-4.9 t/ha more in comparison with traditional agrotechnology). Its application is efficient and necessary especially on the forecrops as complete fallow and horse-hoeing due to intensive mineralization of organic substances on these crops and reducing of plant residues on 33.6 – 63.2 %. All explored steams, technologies of their preparation and different backgrounds of their intensity don't influence the concentration of nitrates ($N-NO_3$) and labile phosphorus in chestnut soils and loam soils. The concentration of $N-NO_3$ is low (up to 5 mg/kg in the layer 0-40 sm) and increased on P_2O_5 – 115-133 mg/kg in the layer 0-20 sm. This outlines the necessity to apply nitrogen fertilizers in higher doses. Coulture fallow and traditional technology on the southern chernozem soils provide the average level of nitrates concentration before spring wheat sowing (46.8 mg/kg) which was gradually reduced in further sowings. This shows the necessity to apply nitrogen fertilizers from the second crop after steam. No intensification contributed to increasing of P_2O_5 concentration in chernozem soils on 4-6 mg/kg in comparison with traditional technology. Application of oxygenized carbon dozed as 1 t/ha, fertility reductant 33 kg/ha and manuring of winter ruttishness, oat and Sudan grass provides increasing of spring wheat germination on 9.6-11.2 %; application of 20 t/ha of manure with 70 kg ammophos, carbon waste, manuring of winter ruttishness keeps spring wheat for harvesting on 16.7 – 18.0% in comparison with the variant with no fertilizers; lower coefficient of water consumption of spring wheat on 12.4-26.1; increase in nitrogen concentration in nitrates on 2.2 – 7.6 mg/kg and labile phosphorus on 8.0-29.0 mg/kg when the effect of manure, ammophos and manuring of Sudan grass was the highest (29-23 mg/kg); increasing of biological activity on 9.4-15.2 % with highest effect on oat manuring and Sudan grass (13.2-15.2 %); keeping humus reserves and increasing of fibrin concentration on 0.3-1.7 %, vitreousness on 3-10 % and mass of 1000 grain on 0.1-2.3 g.

Многими учеными приводятся данные о том, что чистые пары, особенно в засушливых условиях, по всему комплексу факторов выступают в качестве важнейшего средства повышения эффективности плодородия почвы и урожая культур [1-4], другие отмечают, что они являются наиболее уязвимыми в отношении эрозии, нарушают динамическое равновесие между поступлением органического вещества в почву и его минерализацией в зернопаровой системе [5, 6], усиливают процессы дегумификации [7], т. е. в данных вопросах отмечается противоречивость.

В этой связи особую важность приобретают вопросы повышения плодородия почв, накопления и разложения органического вещества почвы в зависимости от возделываемых культур, оставления растительных остатков после уборки, предшественников, сидерации, различных агротехнологий, особенно ресурсосберегающих приемов обработки почвы, которые являются одним из основных путей реабилитации и повышения ее плодородия [8-10].

В условиях степного земледелия основным источником органического вещества в почве являются растительные остатки возделываемых культур, количество и скорость разложения которых в значительной мере определяют плодородие почв и продуктивность агроландшафтов. Масса поступающих в почву органических остатков варьирует в широких пределах и определяется в первую очередь климатическими и почвенными условиями, биологическими особенностями культур, их предшественниками и агротехнологиями возделывания [11].

Целью данных исследований являлась оценка агроэкологической эффективности различных предшественников, агротехнологий и удобрений в накоплении органического вещества и оптимизации питательного режима почвы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение 1996–2008 гг. методом постановки полевых опытов.

Объектом исследований явились черноземы южные карбонатные тяжелосуглинистые и темно-каштановые легкосуглинистые почвы, находящиеся в засушливо-степном и в умеренно-сухостепном агроландшафтных районах Павлодарской области соответственно.

Чернозем южный карбонатный опытного участка содержит в пахотном слое 3,65% гумуса, валового азота – 0,25%, обеспеченность подвижным фосфором низкая – 10–16 мг/кг. Плотность почвы в пахотном слое изменяется в пределах 1,07–1,23 г/см³, гранулометрический состав тяжелосуглинистый. Реакция почвенной среды ближе к слабощелочной (рН 7,0–7,4). Темно-каштановая почва опытного участка по гранулометрическому составу легкосуглинистая, по содержанию гумуса слабогумусированная – 2,19%. Обеспеченность подвижными формами фосфора очень низкая – 4,6–5,55 мг/100 г почвы по Труогу, калием – высокая, очень высокая (17,0–60,5 мг/100 г почвы по Кирсанову). Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 7,1). Плотность почвы в пахотном горизонте 1,33–1,39 г/см³. Постановку

полевых опытов и статистическую обработку опытных данных проводили по Б. А. Доспехову.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В наших опытах на темно-каштановых легкосуглинистых почвах в среднем за 1996–2000 гг. наибольшее количество корневых и пожнивных остатков в слое 0–20 см по паровому предшественнику оставляли кукуруза и подсолнечник на зеленую массу (19,0–17,7 т/га), наименьшее – пшеница на зерно 10,4 т/га (табл. 1).

Установлено, что изучаемые культуры по степени разложения растительных остатков располагаются в следующей последовательности: кукуруза, подсолнечник, суданская трава на зеленую массу – 48,6–63,2, просо и гречиха – 51,6–51,9, зерновые культуры – 33,6–39,6% от исходного количества, а органическое вещество почвы наиболее активно в паровом поле, далее – под пропашными культурами, меньше – под крупяными и еще меньше – под зерновыми культурами.

Таблица 1

Содержание растительных остатков в темно-каштановой почве после уборки культур по паровому предшественнику (среднее за 1996–2000 гг.), ц/га

Concentration of plant residual in chestnut soil after harvesting on steam forecrop (average during 1996–2000), c/ha

Культура	Масса растительных остатков		
	в слое 0–20 см	на поверхности	всего
Пшеница	8,8	1,6	10,4
Ячмень	11,0	1,8	12,8
Овес	10,7	1,3	12,0
Просо	10,7	1,7	12,4
Гречиха	9,6	1,2	10,8
Суданская трава на зеленую массу	10,6	2,5	13,1
Кукуруза на зеленую массу	11,3	7,7	19,0
Подсолнечник на зеленую массу	13,6	4,1	17,7

Возделывание кукурузы бесменно 3 года на одном участке приводило к снижению органической

массы по сравнению с первой культурой по пару на 63,2, проса – на 51,7, пшеницы – 34,7% (табл. 2).

Таблица 2

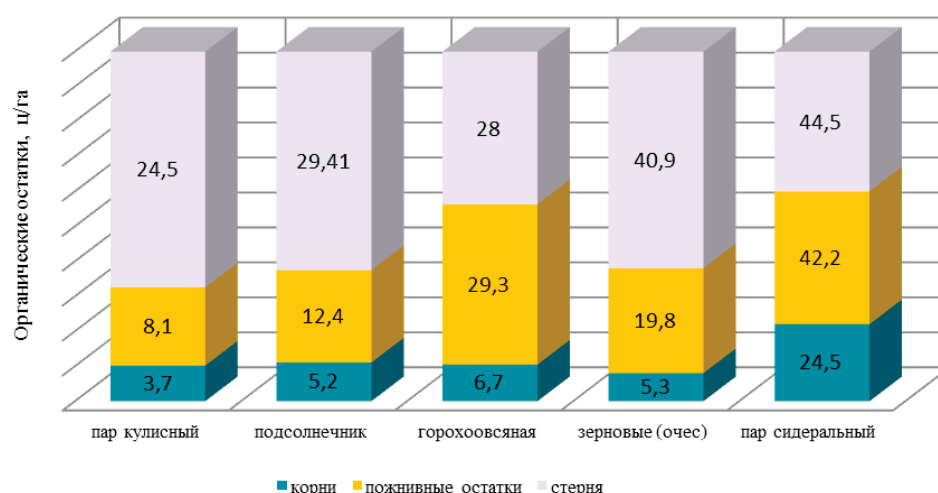
Содержание растительных остатков после уборки культур при бесменном возделывании на темно-каштановых почвах (среднее за 1996–2000 гг.), ц/га

Concentration of plant residual after harvesting at one-crop system on chestnut soils (average during 1996–2000), c/ha

Культура	Масса растительных остатков		
	в слое 0–20 см	на поверхности	всего
Пшеница	5,8	1,0	6,8
Ячмень	7,3	1,2	8,5
Овес	6,5	1,0	7,5
Просо	4,8	1,2	6,0
Гречиха	4,4	0,8	5,2
Суданская трава на зеленую массу	4,5	2,3	6,7
Кукуруза на зеленую массу	4,2	2,8	7,0
Подсолнечник на зеленую массу	6,1	3,0	9,1

Более интенсивная обработка почвы при возделывании пропашных культур приводит к усиленному разложению ее органического вещества. Накопление пожнивных и корневых остатков зависит от вида культур и складывающихся погодноклиматических условий. На темно-каштановых легкосуглинистых почвах под пшеницей по непаровому предшественнику в засушливые годы их накапливалось от 3,64 до 5,84, в благоприятные – 4,59–8,64 т/га. В засушливые годы в общей массе растительных остатков доля корневых увеличивается на 25–30%. При этом корни пшеницы в основном располагались в 60-сантиметровом слое почвы, на долю которого приходилось 88–99% массы корней в метровом слое. Эта доля повышалась в засушливые годы и снижалась в благоприятные.

На черноземах южных карбонатных наибольшее количество растительных остатков в слое 0–20 см обеспечивалось после сидерального пара – 11,1 т/га, остальные предшественники по их накоплению располагались в следующем порядке: зерновые культуры – 6,6, гороховая смесь – 6,4, подсолнечник – 4,7 и самое низкое количество было после чистого пара – 3,6 т/га (рисунок).



Содержание растительных остатков в черноземах южных карбонатных под различными предшественниками
Concentration of plant residual on southern chernozem under different forecrops

В умеренно-сухостепном агроландшафтном районе Павлодарской области общим для всех типов почв является острый дефицит азота, недостаточное содержание подвижного фосфора и высокое содержание обменного калия.

Содержание азота нитратов в слоях 0–40 и 0–100 см темно-каштановой легкосуглинистой почвы перед посевом яровой пшеницы (2006–2008 гг.) колебалось в зависимости от видов паровых предшественников (ранний кулисный, минимальный, гербицидный) и вариантов технологии возделывания в пределах очень низкой и низкой степени обеспеченности – 3,2–4,7 и 5,7–7,4 мг/кг, т.е. сложившиеся погодные условия в ранневесенний период и технологии подготовки предшественников не оказали существенного влияния на нитратный режим данных почв (табл. 3).

В разрезе видов паров можно говорить, что лучшая обеспеченность данных почв азотом

нитратов перед посевом отмечается только по раннему кулисному пару, а в разрезе технологий возделывания – по нулевой и интенсивной. При этом по гербицидному пару интенсивная технология способствует накоплению и сохранению азота в слое почвы 0–40 см на 20,5–38,2% больше, чем по нулевой и традиционной технологиям соответственно.

Содержание подвижного фосфора перед посевом яровой пшеницы в 20-сантиметровом слое данных почв по всем видам паров и вариантам технологии за годы исследований (2006–2008 гг.) было практически одинаковым и находилось на уровне повышенной степени обеспеченности по Чирикову – 112–133 мг/кг. В нижних горизонтах почвы (20–40 см) идет резкое снижение содержания фосфорной кислоты по всем видам паров – 77–98 мг/кг (табл. 4).

Таблица 3

Содержание азота нитратов в темно-каштановых почвах перед посевом яровой пшеницы в зависимости от видов паров и уровней технологий возделывания, мг/кг

Concentration of nitrate nitrogens in chestnut soils before spring wheat sowing in dependence on fallows and technologies of cultivation, mg/kg

Вид пара	Технология	2006 г.		2007 г.		2008 г.		Среднее	
		Слой почвы, см							
		0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100
Ранний кулисный	Традиционная	4,4	6,6	7,2	9,2	1,1	5,3	4,2	7,0
	Нулевая	4,1	6,9	6,9	9,4	2,5	5,9	4,5	7,4
	Интенсивная	3,2	7,1	8,7	7,8	1,3	5,7	4,4	6,9
Минимальный	Традиционная	3,7	7,6	4,7	8,4	1,2	4,7	3,2	6,9
	Нулевая	4,3	6,9	4,5	8,9	1,9	6,8	3,6	7,5
	Интенсивная	4,4	6,5	4,9	6,6	1,4	5,2	3,6	6,1
Гербицидный	Традиционная	3,0	4,2	6,2	9,0	1,1	4,0	3,4	5,7
	Нулевая	3,1	4,5	6,6	9,3	2,1	4,3	3,9	6,0
	Интенсивная	3,5	4,8	8,0	9,7	1,3	5,1	4,7	6,5

В разрезе видов паров технологии их подготовки, в частности, приемы основной обработки почвы, существенного влияния не оказали, так как средние показатели содержания подвижного фосфора в почве по ним были примерно одинаковы по раннему кулисному (129,6 мг/кг в слое почвы 0–20 см) и гербицидному (125,3 мг/кг) парам, несколько меньше его содержалось по минимальному пару–116,0 мг/кг. По вариантам технологий наибольшие показатели содержания фосфора отмечены на интенсивном фоне, где вносили рекомендуемую дозу минерального удобрения из расчёта 40 кг д.в. P_2O_5 , которая способствовала повышению его содержания в 20-сантиметровом слое почвы в среднем по парам на 6–11 мг/кг по сравнению с традиционной и на 4–9 мг/кг по сравнению с нулевой технологией, но почва оста-

валась при этом в той же степени обеспеченности данным элементом питания.

На черноземах южных карбонатных содержание нитратного азота, наоборот, во многом определялось предшественниками и технологиями возделывания. Так, пар обеспечивал содержание NO_3 в слое почвы 0–40 см на традиционной технологии под первой, идущей по нему пшеницы, перед посевом на уровне 46,8, перед уборкой – 40,6 мг/кг, что соответствует их средней обеспеченности NO_3 весной и низкой перед уборкой [12]. На второй пшенице после пара содержание нитратного азота снижалось по сравнению с содержанием по пару на 17,3 и 16,4 мг/кг соответственно, и почва стала низкообеспеченной для зерновых культур, а после четвертой пшеницы – очень низкообеспеченной.

Таблица 4

Содержание подвижной фосфорной кислоты (P_2O_5) в темно-каштановой легкосуглинистой почве перед посевом яровой пшеницы в зависимости от видов паров и технологий возделывания, мг/кг
Concentration of labile phosphoric acid in chestnut loamy soil before spring wheat sowing in dependence on fallows and technologies of cultivation, mg/kg

Вид пара	Технология	2006 г.		2007 г.		2008 г.		Среднее	
		Слой почвы, см							
		0–20	20–40	0–20	20–40	0–20	20–40	0–20	20–40
Ранний кулисный	Традиционная	112	75	140	92	130	65	127	77
	Нулевая	114	80	132	90	140	70	129	80
	Интенсивная	120	80	145	103	135	95	133	93
Минимальный	Традиционная	102	75	118	92	115	80	112	82
	Нулевая	109	83	116	90	120	90	115	88
	Интенсивная	117,5	87	122	103	125	100	121	97
Гербицидный	Традиционная	112	82	135	105	115	75	121	87
	Нулевая	115	89	133	100	120	80	123	90
	Интенсивная	132	90	143	118	120	85	132	98

Таким образом, после первой пшеницы по пару для получения достаточно высоких урожаев последующих пшениц и других зерновых и крупяных культур накопленного за период парования нитратного азота уже не хватало, и возникла необходимость в пополнении запасов азотного питания (табл. 5).

Аналогичная особенность по содержанию NO_3 в слое почвы 0–40 см отмечалась и на нулевой технологии, но его количество было здесь несколько меньше, чем на традиционной технологии. Это связано, в первую очередь, с более высокой влагообеспеченностью почвы в данном варианте и в этой связи большей миграцией нитратов и доступностью, а значит, и большим потреблением их пшеницей.

В слое почвы 40–100 см на традиционной и нулевой технологиях отмечается практически такая же обеспеченность почвы нитратами и их динамика, что и в слое 0–40 см, в связи с этим для более объективной оценки нитратного питания зерновых культур и эффективности приемов и агротехнологий их возделывания необходим учет содержания нитратов также в слое почвы 40–100 см, имея в виду при этом, что 25–30% от этого количества может использоваться на урожай, что особенно эффективно достигается при условии хорошей влагообеспеченности почвы путем оставления высокой стерни при размещении пшеницы по непаровым предшественникам.

Таблица 5

Содержание P_2O_5 на южных черноземах в зависимости от предшественников и технологий, мг/кг
Concentration of P_2O_5 on southern chernozem in dependence on forecrops and technologies, mg/kg

Пшеница после пара	Годы	Слой почвы, см	Технология			
			традиционная		нулевая	
			перед посевом	уборка	перед посевом	уборка
1-я	1994–1996	0–20	17,7	13,8	-	-
		20–40	8,3	8,0	-	-
2-я	1995–1996	0–20	15,0	12,5	15,9	10,5
		20–40	6,0	8,0	7,6	7,9
3-я	1996	0–20	13,4	12,2	15,1	12,0
		20–40	7,0	7,1	8,0	8,3
4-я	1997	0–20	12,2	11,5	15,7	13,0
		20–40	7,1	6,9	8,3	6,8
5-я	1998	0–20	12,0	11,5	14,9	12,7
		20–40	6,0	6,9	9,0	9,4
6-я	1999	0–20	11,0	10,3	14,8	13,1
		20–40	6,0	6,0	8,7	7,3
7-я	2000	0–20	11,9	11,0	15,0	13,0
		20–40	7,0	6,8	9,0	9,4

По содержанию подвижного фосфора почвы опытного участка характеризуются в основном низкой степенью обеспеченности – 17,7 мг/кг на первой пшенице по пару перед посевом в слое 0–20 см и 8,3 мг/кг в слое 20–40 см.

По мере удаления пшеницы от пара количество подвижного фосфора в вариантах традиционной технологии постепенно уменьшалось как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы и варьировало в пределах 11,0–15,0 и 6,0–7,1 мг/кг соответственно. К уборке содержание подвижного фосфора снижалось на 1–3 мг/кг почвы, в основном только в слое 0–20 см.

Нулевая технология обеспечивала повышение количества P_2O_5 в слоях почвы 0–20 и 20–40 см перед посевом 2–7-й пшениц после пара за все годы исследований на 0,9–3,8 и 1,6–3,0 мг/кг по сравнению с традиционной технологией (см. табл. 5).

Удобрения, как известно, оказывают положительное влияние на плодородие почв, повышают урожайность культур, качество продукции и экономику земледелия. Особо важное значение имеет влияние удобрений на полевую всхожесть семян, которая во многом определяет судьбу будущего урожая культур и связанного с ней содержания питательных элементов в почве (табл. 6).

Таблица 6

Влияние удобрений на полевую всхожесть семян и сохранность растений яровой пшеницы на темно-каштановых почвах, %

The impact of fertilizers on seed germination and viability of spring wheat on chestnut soils, %

Вариант	Полевая всхожесть		Количество растений по пару, шт/м ²		Сохранность растений к уборке по пару,%
	первая культура по пару	вторая культура после пара	в период полных всходов	в период уборки	
	2002–2005 гг.	2003–2005 гг.	2002–2005 гг.		
Без удобрений (контроль)	64,8	61,1	162	133	82,0
Навоз 20 т/га	66,0	66,6	165	163	98,7
УО 0,5 т/га	68,0	63,6	170	149	87,5
УО 1,0 т/га	68,0	63,9	170	153	90,0
УО 2,0 т/га	68,0	64,2	170	149	87,5
ОУ 1,0 т/га	74,4	64,6	186	182	98,0
P _{AM} 70	68,0	65,5	170	170	100,0
P _{AM} 70+навоз 10 т/га	67,2	66,0	168	164	97,5
УО 0,5 т/га+ P _{AM} .40	72,8	66,4	182	180	99,0
ВП 33 кг/га	75,5	69,6	189	180	95,0
Сидераты озимая рожь	75,2	71,9	188	188	100,0
овес	76,0	72,4	190	171	90,0
суданская трава	75,2	71,4	188	169	90,0
НСР ₀₅	8,8	8,2			

Примечание. УО – углеотходы; ОУ – окисленный уголь; ВП – восстановитель плодородия.

Применение удобрений повышало полевую всхожесть яровой пшеницы по чистому пару во всех вариантах, но достоверным это было только в вариантах с внесением окисленного угля (ОУ), восстановителя плодородия (ВП) и применением сидерации, а второй после пара пшеницы – в вариантах ВП и сидерации (озимая рожь, овес, суданская трава) в среднем на 9,6–11,2 и 8,5–11,3% соответственно по отношению к варианту без удобрений.

Восстановитель плодородия и сидеральные удобрения повышали полевую всхожесть яровой пшеницы как в прямом действии, так и в после-

действии. Увеличивалась при этом и сохранность растений яровой пшеницы к уборке по сравнению с вариантом без удобрений на 5,5–18%, а 100%-я сохранность обеспечивалась в вариантах с внесением аммофоса и сидерации озимой ржи.

Удобрения способствовали более продуктивному использованию продуктивной влаги на создание единицы урожая зерна яровой пшеницы, т.е. снижали коэффициент водопотребления на 1,9–4,0 мм, или 12,4–26,1% по сравнению с вариантом без удобрений (табл. 7), что имеет важное значение в условиях засушливого земледелия региона.

Таблица 7

Влияние удобрений на коэффициент водопотребления (КВ) яровой пшеницы (в среднем за 2002–2005 гг.)
The impact of fertilizers on the coefficient of water consumption of spring wheat (average during 2002–2005)

Показатели	Без удобрений	Навоз 20 т/га	УО 2,0 т/га	P _{AM} 70	ВП 33 кг/га	Сидераты		
						озимая рожь	овес	суданская трава
КВ, мм/ц зерна	15,3	12,2	13,4	11,8	11,3	11,9	12,4	11,8
Снижение КВ по сравнению контролем, мм	-	3,1	1,9	3,5	4,0	3,4	2,9	3,5
%	-	20,3	12,4	22,9	26,1	22,2	9,0	22,9

Применение удобрений на темно-каштановых почвах обеспечивало повышение содержания N-NO₃ в среднем за годы исследований в слое 0–40 см на 1,0–7,6, в метровом – на 1,5–6,3 мг/кг

в сравнении с неудобренным вариантом. Почва при этом переходила из разряда очень низкой обеспеченности в низкую, кроме применения ВП и овса на сидерат, где оставалась на исходном

очень низкообеспеченном уровне. Это свидетельствует о необходимости повышения доз азотных удобрений. Содержание $N-NO_3$ в метровом слое

почвы несколько выше в сравнении с его содержанием в слое 0–40 см, что связано с миграцией азота в нижние слои почвы (табл. 8).

Таблица 8

Содержание $N-NO_3$ в темно-каштановых почвах в зависимости от применения удобрений
(в среднем за 2002–2005 гг.), мг/кг

Concentration of $N-NO_3$ in chestnut soils in dependence on fertilizers (average during 2002–2005), mg/kg

Вариант	Перед посевом				В период уборки			
	0–40 см	прибавка к контролю	0–100 см	прибавка к контролю	0–40 см	прибавка к контролю	0–100 см	прибавка к контролю
Без удобрений (контроль)	2,6	-	4,7	-	2,2	-	3,6	-
Навоз 20 т/га	10,2	7,6	11,0	6,3	9,2	7,0	8,1	4,5
УО 1,0 т/га	5,0	2,4	8,4	3,7	5,8	3,6	7,9	4,3
ОУ 1,0 т/га	6,0	3,4	9,0	4,3	5,4	3,2	7,5	3,9
$P_{ам} 70$	4,8	2,2	6,6	1,9	6,9	4,7	5,8	2,2
ВП 33 кг/га	3,6	1,0	8,0	3,3	3,2	1,0	5,3	1,7
Сидераты озимая рожь	4,8	2,2	6,8	2,1	3,9	1,7	6,2	2,6
овес	3,8	1,2	6,2	1,5	2,8	0,6	5,1	1,5
суданская трава	4,6	2,0	6,6	1,9	3,8	1,6	4,9	1,3

К уборке содержание $N-NO_3$ снижается как в 40-сантиметровом, так и в метровом слое почвы, но более высокое его количество в вариантах с удобрениями в основном сохраняется.

Обеспеченность подвижным фосфором в слое 0–20 см составила 126, в слое 20–40 см – 98 мг/кг. В повышении содержания подвижного фосфора в почве особой необходимости при этом как бы не имеется.

Однако следует указать, что практикующееся систематическое применение плоскорезной обработки почвы в целях защиты ее от дефляции способствует накоплению подвижного фосфора в основном в верхней части почвы, которая в ус-

ловиях зоны часто иссушена. Это снижает доступность P_2O_5 для растений, и для улучшения их фосфорного питания требуется пополнение его количества в почве.

Под влиянием удобрений, за исключением вариантов с сидерацией озимой ржи и овса, отмечается повышение содержания P_2O_5 в слое почвы 0–20 см перед посевом яровой пшеницы в зависимости от их вида и доз в пределах 8,0–29,0 мг/кг, и почва при этом оставалась в пределах той же повышенной обеспеченности – 126–149 мг/кг, кроме варианта с внесением навоза, где она переходила в категорию высокой обеспеченности данным элементом питания растений – 155 мг/кг (табл. 9).

Таблица 9

Содержание подвижного фосфора в темно-каштановой легкосуглинистой почве в зависимости от применения удобрений (в среднем за 2002–2005 гг.), мг/кг

Concentration of labile phosphorus in chestnut loamy soil in dependence on fertilizers
(average during 2002–2005), mg/kg

Вариант	Перед посевом		В период уборки	
	0–20 см	20–40 см	0–20 см	20–40 см
Без удобрений (контроль)	126	98	116	88
Навоз 20 т/га	155	108	145	84
УО 1,0 т/га	138	91	138	76
ОУ 1,0 т/га	148	100	146	92
$P_{ам} 70$	151	100	140	87
ВП 33 кг/га	134	100	129	84
Сидераты озимая рожь	128	92	125	78
овес	126	90	122	88
суданская трава	149	103	122	91

К уборке содержание P_2O_5 в слое 0–20 см снизилось по всем вариантам, причем более значительно в контроле, в вариантах с внесением навоза, аммофоса и особенно применения сидерации (суданская трава). Но почва оставалась практически по всем вариантам на уровне повышенной степени обеспеченности.

Изучаемые удобрения способствовали улучшению качественных показателей зерна яровой пшеницы, что выразилось в увеличении содержания сырой клейковины на 0,3–1,7%, стекловидности на 3–10%, массы 1000 зерен на 0,1–2,3 г, сбора сырого протеина и сырой клейковины с 1 га в сравнении с неудобренным вариантом на 4,6–8,3, и 12,2–18,3 кг соответственно (табл. 10).

Таблица 10

Влияние удобрений на показатели качества зерна яровой пшеницы в звене «пар – пшеница – пшеница» (в среднем за 2002–2005 гг.)

The impact caused by fertilizers on the parameters of grain quality of spring wheat in the chain «steam-wheat-wheat» (average during 2002–2005)

Вариант	Влажность, %	Сырая клейковина, %	ИДК, %	Сырой протеин, %	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г
Без удобрений	11,6	35,5	75,2	17,8	72	31,1
Навоз 20 т/га	11,6	36,2	75,1	18,0	82	33,2
УО 2,0 т/га	11,6	36,3	75,1	18,0	80	32,1
ОУ 1,0 т/га	11,6	37,2	74,9	17,9	80	31,6
P_{AM} 70	12,0	35,8	75,2	18,0	77	33,4
ВП 33 кг/га	11,4	37,2	75,8	17,9	81	31,3
Сидераты озимая рожь	12,6	36,4	75,3	17,6	75	31,6
овес	11,4	36,8	75,4	18,0	75	33,4
суданская трава	11,2	36,7	75,6	17,7	79	31,9

ВЫВОДЫ

1. В зернопаровых, зерновых и зернопропашных севооборотах более эффективное накопление органического вещества в изучаемых почвах обеспечивают по паровым предшественникам подсолнечник, кукуруза на зеленую массу, ячмень, а по непаровым – подсолнечник на зеленую массу, ячмень, овес, увеличивающие массу растительных остатков в слое 0–20 см на 0,3–4,8 и 0,5–3,9 т/га соответственно по сравнению с пшеницей, гречихой и просом.

2. Виды паров, применяемые технологии их подготовки и различные фоны интенсификации не оказали существенного влияния на обеспеченность темно-каштановых легкосуглинистых почв азотом нитратов и подвижным фосфором в весенний период. Они оставались на прежнем очень низком уровне – до 5 мг/кг почвы $N-NO_3$ в слое 0–40 см и повышенном по содержанию P_2O_5 – 115–133 мг/кг почвы в слое 0–20 см. Отмечается только тенденция к улучшению обеспеченности почвы $N-NO_3$ на раннем кулисном пару с механической основной плоскорезной обработкой и на

фонах нулевой и интенсивной технологий по всем паровым предшественникам.

3. На черноземных южных карбонатных ранний кулисный пар с традиционной технологией обеспечивает средний уровень содержания нитратного азота перед посевом яровой пшеницы (46,8 мг/кг), уменьшающегося к уборке до низкого уровня (40,6 мг/кг). На последующих посевах обеспеченность почвы данным элементом питания системно снижается, что свидетельствует о необходимости внесения азотных удобрений. При этом в варианте нулевой технологии отмечается аналогичная закономерность по снижению количества нитратов в почве по мере удаления пшеницы от парового поля, но при более низком содержании NO_3 . По содержанию подвижного фосфора в черноземах, наоборот, нулевая технология способствует более эффективному повышению содержания P_2O_5 в слое 0–20 см – на 4–6 мг/кг по сравнению с традиционной.

4. Внесение на темно-каштановых легкосуглинистых почвах окисленного угля (ОУ) в дозе 1 т/га, восстановителя плодородия 33 кг/га и применение сидерации озимой ржи, овса, суданской

травы обеспечивает достоверное повышение полевой всхожести семян яровой пшеницы на 9,6–11,2%, а навоза 20 т/га, навоза 10 т/га с аммофосом (70 кг д.в./га), углеотходов, сидерации озимой ржи способствует увеличению сохранности яровой пшеницы к уборке на 16,7–18,0% по сравнению с вариантом без удобрений. При этом влияние ВП и сидератов на полевую всхожесть семян проявляется как в прямом действии, так и в последствии, а 100%-я сохранность растений к уборке достигается внесением аммофоса и сидерацией озимой ржи.

5. Применением вышеуказанных удобрений можно снизить коэффициент водопотребления

яровой пшеницы при традиционной технологии на 12,4–26,1% при наибольшей эффективности ВП, АМ-70, сидерации ржи или суданской травы – 26,1; 22,9; 22,2–22,9% соответственно; повысить обеспеченность темно-каштановых легкосуглинистых почв азотом нитратов на 2,2–7,6 мг/кг, или 38,4–130,7%, и перевести их из категории очень низкообеспеченных почв в категорию низкообеспеченных. Последнее свидетельствует о необходимости применения на данных почвах в первую очередь азотных удобрений в повышенных дозах для достижения средней и повышенной их обеспеченности данным элементом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жигайлов В.В., Кучеров В.С., Чекалин С.Г. Мы за чистые пары // *Земледелие*. – 1989. – № 5. – С. 50–52.
2. Каштанов А.Н. Продолжать дело, начатое академиком А.И. Бараевым // *Земледелие*. – 1988. – № 11. – С. 21–24.
3. Корчагин В.А. Чистый пар – основа севооборота // *Земледелие*. – 1989. – № 3. – С. 9–12.
4. Полуэктов Е.В. Чистый пар и влагообеспеченность посевов // *Земледелие*. – 1989. – № 3. – С. 12–14.
5. Сулейменов М.К. Сеять нельзя паровать: сб. ст. – Алматы, 2006. – С. 20.
6. Шрамко Н.В. Роль севооборотов в решении проблем биологизации и экологизации почвозащитного земледелия // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социальноэкономических условиях: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ А.И. Бараева. – Шортанды, 2003. – С. 145–153.
7. Гнатовский В.М. Некоторые особенности адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Кулундинской зоне Алтайского края // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социальноэкономических условиях. – Астана–Шортанды, 2003. – С. 86–93.
8. Холмов В.Г., Юшкевич В.Л. Влияние ресурсосберегающих систем обработки и средств химизации на плодородие почвы и урожайность зерновых в лесостепи Западной Сибири // Роль современных технологий в устойчивом развитии АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рожд. Т.С. Мальцева. – Курган: Тип. «Дамми», 2006. – С. 283–288.
9. Пестряков А.М. Оптимизация способов обработки почв в Рязанской области // *Земледелие*. – 2003. – № 6. – С. 12–13.
10. Макаров И.П., Захаренко А.В., Рассадин А.Я. Как решаются проблемы обработки почвы? // *Земледелие*. – 2002. – № 2. – С. 16–17.
11. Ахметов К.А. Севообороты Северного Казахстана. – Шортанды: КНИИЗХ, 2000. – 175 с.
12. Рекомендации по диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений / Г.П. Гамзиков, А.Е. Кочергин, П.И. Крупкин, В.И. Чуканов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. – С. 30.

REFERENCES

1. Zhigaylov V.V., Kuchеров V.S., Chekalin S.G. *Zemledelie*, no. 5 (1989): 50–52. (In Russ.).
2. Kashtanov A.N. *Zemledelie*, 11 (1988): 21–24. (In Russ.).
3. Korchagin V.A. *Zemledelie*, no. 3 (1989): 9–12. (In Russ.).
4. Poluektov E.V. *Zemledelie*, no. 3 (1989): 12–14. (In Russ.).
5. Suleymenov M.K. *Seyat» nel'zya parovat»* [Sowing can not Parowan]. Almaty, 2006. pp. 20. (In Russ.).
6. Shramko N.V. *Razvitie idey pochvozashchitnogo zemledeliya v novykh sotsio-ekonomicheskikh usloviyakh* [Collection of conference reports]. Shortandy, 2003. pp. 145–153. (In Russ.).

7. Gnatovskiy V.M. *Razvitie idey pochvozashchitnogo zemledeliya v novykh sotsio-ekonomicheskikh usloviyakh*. Astana–Shortandy, 2003. pp. 86–93. (In Russ.).
8. Kholmov V.G., Yushkevich V.L. *Rol» sovremennykh tekhnologiy v ustoychivom razvitii APK* [Conference proceedings]. Kurgan: Tip. «Dammi», 2006. pp. 283–288. (In Russ.).
9. Pestryakov A.M. *Zemledelie*, no. 6 (2003): 12–13. (In Russ.).
10. Makarov I.P., Zakharenko A.V., Rassadin A. Ya. *Zemledelie*, no. 2 (2002): 16–17. (In Russ.).
11. Akhmetov K.A. *Sevooboroty Severnogo Kazakhstana* [Rotations of Northern Kazakhstan]. Shortandy: KNIIZKh, 2000. 175 p. (In Russ.).
12. Gamzikov G.P., Kochergin A.E., Krupkin P.I., Chukanov V.I. *Rekomendatsii po diagnostike azotnogo pitaniya polevykh kul'tur i primeneniyu azotnykh udobreniy* [Recommendations for the diagnosis of nitrogen nutrition of crops and the use of nitrogen fertilizers]. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1983. pp. 30. (In Russ.).