

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ХЛОПЧАТНИКА
В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ**

М.Ж. Аширбеков

НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

Эл. почта: mukhtar_agro@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24.0.2022; принята к печати 05.12.2022

В статье приводятся данные по влиянию минеральных и органических удобрений на содержание в почве гумуса и подвижных элементов питания. Показана положительная роль навоза на рост, развитие и урожайность хлопчатника. Обоснована возможность сокращения минерального азота вдвое за счёт совместного внесения с навозом без ущерба на плодородие почвы и урожайность хлопчатника. Рациональное использование органоминеральных удобрений под хлопчатник имеет положительное экономическое и экологическое значение.

Ключевые слова: *Махтаарал, хлопчатник, серозёмные почвы, плодородие почвы, гумус, минеральные и органические удобрения, урожай хлопка-сырца.*

**ECOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF ORGANOMINERAL FERTILIZERS IN THE CULTIVATION OF COTTON
IN SOUTHERN KAZAKHSTAN**

M.Zh. Ashirbekov

North Kazakhstan University named after Manash Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

Email: mukhtar_agro@mail.ru

The article presents data on the effect of mineral and organic fertilizers on the content of humus and mobile nutrients in the soil. The positive effects of manure on the growth, development and yield of cotton is shown. The possibility of reducing mineral nitrogen by half due to combined application with manure without affecting soil fertility and cotton yield is substantiated. The rational application of organic-mineral fertilizers to cotton has a positive economic and environmental significance.

Keywords: *Mahtaaral, cotton, gray-earth soils, soil fertility, humus, mineral and organic fertilizers, raw cotton yield.*

Одной из важнейших задач орошаемого земледелия является достижение высокой урожайности сельскохозяйственных культур при наименьших затратах на средства производства, сохранение и улучшение плодородия почвы и получение высокой прибыли.

Широкое применение минеральных удобрений в хлопководстве требует научного обоснования к их использованию. Актуальность этого вопроса связана с проблемой охраны окружающей среды. Высокие нормы минеральных удобрений могут вызвать избыточное накопление в почве и в растениях различных зольных элементов, а проникновение их в грунтовые воды становятся опасными для флоры и фауны в целом.

Плодородие почв, в том числе обеспеченность их элементами питания, очевидно зависит от рационального применения органических и минеральных удобрений. Если их не применять, то эффективное плодородие наших земель будет снижаться, приводя к недополучению высоких урожаев сельскохозяйственных культур [1, 2].

Ежегодно в мире еще в 1990-х применяли более 60 млрд. тонн удобрений. Коэффициент использования азота составляет в среднем 50%. Остальная часть азота минерального удобрения различными путями попадает в окружающую среду и становится источником её загрязнения. Поэтому оптимизация доз внесения минеральных удобрений с учётом особенностей зон хлопководства имеет приоритетное значение [3].

Но резкое снижение в последние десятилетия объёмов применения минеральных и органических удобрений из-за диспаритета цен на их поставку и произведённую продукцию, привело к деградации почвы, сокращению площадей обрабатываемой пашни [4].

В сложившихся хозяйственно-экономических условиях наиболее доступным низкокзатратным, экономически и экологически выгодным из возможных направлений развития земледелия, является то, которое базируется на биологизации земледелия [5].

Тем не менее, применение минеральных удобрений в хлопково-люцерновых севооборотах, создавая высокоплодородный фон и обеспечивая растения хлопчатника необходимыми элементами питания, формирует наибольший урожай хлопка-сырца высокого качества.

В связи с этим обращает на себя внимание важность сочетания органических и минеральных удобрений для снижения излишков нитратов в почве и в продуктах. При совместном применении наполовину уменьшенных норм органических и минеральных удобрений в сочетании прибавки урожая повышаются на 20-60 %, при сравнении с раздельном внесении полных норм этих удобрений [6].

В совхозе «Пахтаарал» и в целом Казахской части Голодной степи проведены широкие исследования влияния минеральных и органических удобрений (навоза) на содержание гумуса, агрохимические свойства почвы и на урожай хлопка-сырца [7, 8]. Показано, что на рост и развитие хлопчатника существенно влияли различные водные и питательные режимы почв. С увеличением норм минеральных и органических удобрений растёт урожайность, снижается расход воды на единицу его образования. Содержание ядра в семенах с повышением влажности почв и норм удобрений возрастает, а масса кожуры снижается [9, 10].

В Южно-Казахстанской области наибольшие площади посевов хлопчатника (около 70 %) размещены в Махтааральском районе. Почвы староорошаемой зоны Голодной степи характеризуются слабой выраженностью структуры почвы, малым содержанием гумуса и азота, подвержены вторичному засолению. На засоленных почвах, плохо промытых от солей, применяемые удобрения замедляют темпы появления всходов, снижают полевую всхожесть и в конечном итоге не дают должного эффекта или даже снижают урожай. Поэтому важным условием высокого действия удобрений – хорошее мелиоративное состояние почвы.

В связи с этим на этих почвах велика роль хлопковых севооборотов с трёхлетним возделыванием люцерны, внесением минеральных и органических удобрений, в частности навоза. Последний активизирует деятельность полезных почвенных микроорганизмов, способствует, улучшению агрофизических свойств староорошаемых серозёмов, усиливает процессы нитрификации.

Минеральные азотные удобрения очень подвижны, и поэтому часть их используется непродуктивно, теряется с поверхностным стоком и вертикальной миграцией, особенно при систематическом внесении высоких доз. В то же время навоз малоподвижен и экологически чист, и даёт не меньший эффект, чем минеральный азот.

В свое время академик Д.Н. Прянишников (1953) указывал: «Без азота не могут организоваться белковые вещества, без белковых веществ не может быть протоплазмы, а, следовательно, и жизни» [11]. Азот нужен хлопчатнику на протяжении всей жизни, но более всего – в период бутонизации и цветения. Однако при недостатке фосфора внесение азотных удобрений не оказывает должного действия. Подвижные формы фосфора в почве в период цветения способствует лучшему плодородию, увеличению крупности коробочек и значительному улучшению качества семян и волокна, значительно увеличивают его крепость.

Разные биологические сорта хлопчатника имеют существенные сортовые особенности по реакции на засоление почвы, условия минерального питания, водный режим, плодородие почвы и т.д. Новый районированный сорт хлопчатника «Махтаарал-3044» характеризуется сильно развитой корневой системой и отличается от стандартного ранее районированного сорта «С-4727» меньшей требовательностью к условиям питания, к засолению почвы и водному режиму [12].

Большая часть территории Казахской части Голодной степи занята светлыми сероземами, до орошения в различной степени солончаковатыми. К характерным особенностям светлых сероземов следует отнести невысокое содержание гумуса (не превышающее 1,5%), высокую карбонатность, относительно низкую величину емкости поглощения. Профиль светлого серозема характеризуется серовато-палевой окраской гумусового горизонта, непрочной комковатой структурой, более или менее равномерным уплотнением, небольшим содержанием влаги и легкорастворимых солей, наличием ярко выраженных карбонатных горизонтов. В связи с этим почвы малогумусные. Мощность гумусового горизонта достигает 35-40 см с содержанием гумуса 0,65-0,98%, а иногда и меньше.

По результатам проведенных исследований, содержание гумуса в горизонте почвы 0-30 см в среднем составляло 0,985%, в подпахотном горизонте его количество снизилось примерно в 1,3 раза и в горизонте 30-60 см составило до 0,635%. Почвы бедны общим азотом, в слое 0-30 м его содержится 0,06-0,09%. Также они бедны валовым фосфором, величина которого в пахотном горизонте составляет 0,087-0,148%. Почвы слабо обеспечены подвижным фосфором, в пахотном слое величина его варьирует от 21,4 до 23,9 мг/кг при постепенном убывании вниз. Почвы средне- и высоко обеспечены обменным калием. Содержание его в пахотном горизонте составляет 357-468 мг/кг. В нижележащих горизонтах содержание гумуса, общего азота и валового фосфора резко снижается.

В опыте изучили влияние пониженных норм азотных удобрений на фоне применения фосфорных удобрений без навоза и с его внесением на плодородие почвы и урожайность хлопчатника сорта «Махтаарал-3044».

Исследования выполнены в краткосрочном полевом опыте в 2018-2020 годы. Годовые дозы азота изучали в хлопковом севообороте 3:7 (3 года люцерна и 7 лет хлопчатник). Азотные удобрения вносили по пласу распашки люцерны: в 1-й год – 50 кг/га (0,5 рекомендуемой дозы) и 100 кг/га (полная доза); по обороту пласта (2-й год) – соответственно 60 кг/га и 120 кг/га, по распашки 3-х летней люцерны – 70 кг/га и 140 кг/га. Доза применения фосфорных удобрений по мере отдаления от года распашки люцерны в севооборотных полях уменьшалась со 150 до 140 и 130 кг/га. Опыт проводили без внесения навоза или с внесением в дозе 30 т/га.

Проведены наблюдения за содержанием нитратного азота под хлопчатником в пахотном (0-40 см) и подпахотном (40-60 см) горизонтах почвы. В задачу также входило установление оптимальной дозы азота по данным структурного анализа урожая хлопчатника.

В полевом опыте ставилась задача выявить возможность снижения нормы минерального азота за счёт внесением навоза без ущерба для плодородия почвы, при этом без снижения урожайности хлопчатника сорта «Махтаарал-3044». Из табл.1 следует, что содержание гумуса в пахотном (0-40 см) и в подпахотном (40-60 см) слоях почвы по фону минеральных удобрений повышалось, как правило вследствие большего оставления растительных остатков хлопчатника и их разложения после уборки. При использовании 30 т/га навоза за счет его гумификации и разложения растительных остатков содержание гумуса в пахотном слое почвы в этом варианте опыта повысилось в среднем за 3 года на 0,07% относительно контроля. При сочетании минеральных удобрений и навоза гумус увеличился на 0,08-0,11% в пахотном слое почвы, а в подпахотном – на 0,01-0,05%.

При рассмотрении изменения содержания подвижных фосфатов под влиянием внесения минеральных удобрений и навоза можно отметить постепенное их увеличение при весеннем отборе почвенных образцов. Ежегодное применение фосфорных удобрений в дозе P₁₃₀ в среднем за 3 года увеличило содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы с 23 до 28-29 мг/кг, в подпахотном – с 6,5 до 8,8-9,9 мг/кг.

В вариантах, где фосфорные удобрения применяли на фоне 30 т/га навоза, подвижных фосфатов накапливалось больше. Только от одного навоза прирост составил 8% по отношению к контролю, а в сочетании с минеральными удобрениями содержание подвижного фосфора в пахотном слое возросло до 31-34 мг/кг, в подпахотном – на 11-12 мг/кг почвы. Это ещё раз подтверждает тот факт, что при совместном внесении фосфорных и органических удобрений за счет меньшего контакта с почвой и как следствие снижения перехода доступных фосфатов в труднодоступную форму подвижность почвенного фосфора увеличивается, и они лучше используются растениями.

Совершенно по-иному изменяется содержание нитратов в почве при внесении азотных удобрений. Они не поглощаются почвой и обладают высокой подвижностью. Поэтому часть их выносится на поверхность и накапливается в гребнях борозд, то есть там, где нет практически корней хлопчатника. Другая часть нитратов с поливной водой выносится за пределы хлопкового поля, т.е. теряется окончательно для питания растений.

При совместном применении навоза и азотных удобрений грибки и бактерии при разложении органики связывают минеральный азот. После того как весь навоз разложится микроорганизмы начинают отмирать, минерализоваться и освобождать азот в нитратной форме, который продуктивно используется растениями. Это подтверждается результатами наших исследований. В вариантах, где вносили минеральные удобрения, особенно с навозом, содержание нитратов в пахотном слое почвы возрастало (рис. 1). Низкое содержание нитратов в 2020 году связано с обильными весенними осадками, что способствовало вымыванию минерального азота.

Урожайность любой культуры является результатом развития структурных элементов. У хлопчатника – это число плодовых ветвей и число коробочек, на которые оказывает непосредственное влияние высота главного стебля.

Табл. 1.

Влияние удобрений на содержание гумуса и подвижного фосфора в пахотном и подпахотном слое почвы (весна), среднее за 2018-2020 гг.

Варианты	Гумус, %		P ₂ O ₅ , мг/кг (по Мачигину)	
	0-40 см	40-60 см	0-40 см	40-60 см
Без удобрений (контроль)	0,727	0,481	23,0	6,5
P ₁₃₀	0,735	0,495	28,0	8,0
N ₇₀ P ₁₃₀	0,743	0,520	28,9	8,8
N ₁₄₀ P ₁₃₀	0,771	0,531	29,0	9,9
Навоз (30 т/га)	0,800	0,529	24,9	8,3
P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)	0,806	0,484	30,6	12,5
N ₇₀ P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)	0,820	0,495	32,5	12,2
N ₁₄₀ P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)	0,835	0,527	34,4	11,1

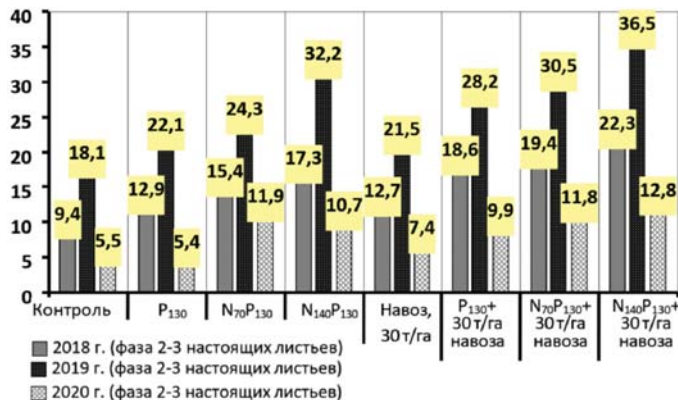


Рис. 1. Содержание нитратов в пахотном слое почвы (0-40 см) в посевах хлопчатника, мг/кг

В нашем опыте вначале по пласту распашки люцерны (2018 г.) показатели высоты главного стебля в вариантах с минеральными удобрениями были близкими (88-89 см), т.е. внесение в почву дополнительного минерального азота не сказывалось на высоте растений. На фоне навоза растения были выше на 3-9 см. На второй и третий год по обоим фонам, как минеральному, так и органоминеральному прослеживается положительное влияние уровня удобрённости на рост главного стебля хлопчатника, особенно азотных удобрений (таблица 2).

Табл. 2.

Структура урожая и урожайность хлопчатника при минеральной и органоминеральной системах удобрения

Показатель	Год	Вариант							
		без удобрений (контроль)	P ₁₃₀	N ₇₀ P ₁₃₀	N ₁₄₀ P ₁₃₀	навоз (30 т/га)	P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)	N ₇₀ P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)	N ₁₄₀ P ₁₃₀ + навоз (30 т/га)
Высота растений, см	2018	88,4	88,1	89,5	87,2	90,9	90,8	94,8	96,9
	2019	66,9	72,7	79,0	85,6	70,0	74,5	86,5	94,7
	2020	48,0	54,5	71,9	77,3	49,3	59,0	73,0	77,9
Число плодовых ветвей, шт.	2018	10,0	11,0	11,1	11,2	11,8	11,4	12,2	12,4
	2019	11,0	11,8	12,5	13,4	11,2	11,9	13,2	13,9
	2020	12,2	12,8	13,7	13,8	12,9	13,4	14,7	14,3
Число коробочек, шт.	2018	7,2	9,0	9,2	9,3	7,7	7,3	9,1	9,1
	2019	4,3	5,0	5,8	6,2	4,1	5,3	6,2	6,5
	2020	3,4	3,7	4,7	5,5	3,9	4,2	5,9	6,3
Урожай хлопка-сырца, т/га*	2018	2,12	<u>2,26</u>	<u>2,51</u>	<u>2,70</u>	<u>2,36</u>	<u>2,54</u>	<u>2,69</u>	<u>2,95</u>
			0,14	0,39	0,58	0,24	0,42	0,57	0,83
		<i>HCP₀₅ = 0,09 м/га</i>							
	2019	1,80	<u>2,01</u>	<u>2,27</u>	<u>2,53</u>	<u>2,04</u>	<u>2,12</u>	<u>2,42</u>	<u>2,77</u>
			0,21	0,47	0,73	0,24	0,32	0,62	0,97
	<i>HCP₀₅ = 0,05 м/га</i>								
2020	1,24	<u>1,43</u>	<u>2,00</u>	<u>2,27</u>	<u>1,52</u>	<u>1,82</u>	<u>2,39</u>	<u>2,44</u>	
		0,19	0,76	1,03	0,28	0,58	1,15	1,20	
	<i>HCP₀₅ = 0,03 м/га</i>								
Средний урожай за 3 года, т/га		1,72	1,90	2,26	2,50	1,97	2,16	2,50	2,72
Прибавка к контролю, т/га		–	0,18	0,54	0,78	0,25	0,44	0,78	1,00

*Примечание: в числителе – урожай хлопка-сырца; в знаменателе – прибавка к контролю.

Число плодовых ветвей на абсолютном контроле в годы исследований колебалось в пределах 10,0-12,2, а на навозном контроле – 11,2-12,9 шт. Применение минеральных удобрений положительно влияло на формирование плодовых ветвей, число которых увеличивалось до 11,1-13,8 шт. в вариантах совместного внесения азота и фосфора, а с внесением на фоне навоза – до 12,2-14,7 шт.

На формирование полноценных коробочек большое влияние в годы исследований оказали погодные условия. При благоприятных условиях в 2018 году число сформированных коробочек в удобряемых вариантах варьировало от 7,3 до 9,3. Лучшие показатели отмечались при внесении парной комбинации минеральных удобрений N₁₄₀P₁₃₀ как отдельно, так и в сочетании с навозом. В 2019 году погодные условия были оптимальными, но из-за массового повреждения посевов хлопчатника коробочным червём, совкой и кардриной формирование коробочек снизилось, соответственно это сказалось на урожае хлопка-сырца. Из-за поздних обильных атмосферных осадков весной в 2020 году посев хлопчатника был проведён с задержкой на 20-25 дней. По этой причине, а также, по всей вероятности, в связи с ухудшением питательного режима растений сформировалось меньшее число коробочек, и произошло снижение урожая хлопка сырца.

Из табл. 2 видно, что в 2018 году сформировался самый высокий урожай хлопка-сырца. При урожайности в контроле 2,12 т/га, прибавка от фосфорных удобрений составила 0,14 т/га. На их фоне применение азотных удобрений повысило урожай хлопка-сырца на 0,39-0,58 т/га, а в сочетании с навозом – на 0,57-0,83 т/га. В 2019 году в контроле и в варианте с одним навозом урожай был ниже на 0,32 т/га в сравнении с предыдущим годом. Такая же тенденция прослеживается по удобряемым вариантам. Однако внесение минеральных удобрений и навоза улучшило питание хлопчатника, что сказалось на росте урожайности. С применением азотно-фосфорных удобрений урожай вырос на 0,47-0,73 т/га к контролю, а на фоне навоза – на 0,62-0,97 т/га. В 2020 году при отмечаемых обильных осадках урожай хлопка-сырца в контроле был самым низким – 1,24 т/га. Применение минеральных удобрений нивелировало этот спад. Дополнительный сбор урожая хлопка-сырца в вариантах с азотными удобрениями на фоне P₁₃₀ составил 0,76-1,03 т/га, а при их сочетании с навозом в норме 30 т/га – около 1,20 т/га.

В среднем за 3 года с внесением половинной нормы азота (N₇₀) в сочетании с фосфорным удобрением в дозе P₁₃₀ урожай хлопка-сырца увеличился на 0,54 т/га (30%), а на фоне навоза – 0,78 т/га (45%). При полной норме внесения азота рост урожайности составил соответственно 0,78 (45%) и 1,00 т/га (58%).

Выводы

При внесении в почву фоном 30 т/га навоза нормы промышленных азотных удобрений могут быть снижены с 200-250 до 70-140 кг/га то есть в 2-3 раза. При этом улучшается плодородие почвы и не снижается выход товарной продукции.

Применение навоза сокращает нормы внесения минеральных удобрений без ущерба для плодородия почвы и урожайности хлопчатника, что очень важно в деле сохранения и улучшения экологической среды в орошаемой зоне хлопководства Южного Казахстана.

Литература

1. Сокаев КЕ, Бестаев ВВ, Сокаева РМ, Цагараева РМ. Фосфатный режим почв сельхозугодий РСО-Алания. Известия Горского государственного аграрного университета. 2016;53(2):53-8.
2. Аширбеков МЖ, Дридигер ВК, Баткаев ЖЯ. Урожайность хлопчатника в зависимости от сроков и норм внесения фосфорных удобрений на орошаемых сероземах Южного Казахстана. Нива Поволжья. 2018;(2):73-80.
3. Набиев М. Не допускать загрязнения окружающей среды минеральными удобрениями. Сельское хозяйство Узбекистана. 1996;(3):49.

4. Каштанов АН. Роль биологических факторов в интенсификации земледелия. В кн.: Агрохимические проблемы биологической интенсификации земледелия. Владимир: ГНУ ВНИПТИОУ; 2005. С.3-12.
5. Минеев ВГ, Дебрецени В, Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. М.: Колос; 1993.
6. Кореньков ДА. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. М.: ГУП Агроконсалт; 1999.
7. Баткаев ЖЯ. Экологически безопасная система удобрения хлопчатника на юге Казахстана. В кн.: Проблемы экологии АПК и охрана окружающей среды. Алматы: Рауан; 1997. С. 162-3.
8. Баткаев ЖЯ. Удобрение хлопчатника на сероземах юга Казахстана и пути их рационального использования. Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. Алматы; 2000.
9. Умбетаев И, Баткаев ЖЯ. Система возделывания хлопчатника на юге Республики Казахстан. Алматы: Құс жолы, 2000.
10. Умбетаев И. Баткаев ЖЯ. Эффективность удобрений на хлопчатнике. В кн.: Научное обеспечение Государственной агропродовольственной программы РК на 2003-2005 годы. Астана; 2003.
11. Прянишников ДН. Азот в жизни растений и в земледелии. М.: Сельхозгиз, 1953.
12. Аширбеков МЖ, Дригидер ВК. Урожайность и качество хлопчатника в зависимости от размещения в севообороте на орошаемых сероземах Южного Казахстана. Вестник АПК Ставрополя. 2018;(1):73-8.

References

1. Sokayev KYe, Bestaye VV, Sokayeva RM, Tsagarayeva RM [Phosphate regimen of farmland soils of the Republic of Northern Ossetia-Alania] RSO-Alania]. Izvestiya Gorkogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2016;53(2);53-8.
2. Ashirbekov MZh, Drigidger VK, Bat'kayev ZhYa. [Cotton yield depending on the timing and norms of application of phosphorus fertilizers on irrigated grey soil of Southern Kazakhstan]. Niva Povolzhya 2018;(2):73-80.
3. Nabiyev M. [Do not allow environmental pollution with mineral fertilizers]. Selskoye Khoziaystvo Uzbekistana. 1996;(3):49.
4. Kashtanov AN. [The role of biological factors in the intensification of agriculture]. In: Agrokhimicheskiye Problemy Biologicheskoy Intrnsifikatsii Zemkedekiya [Agrochemical Problems of Biological Intensification of Agriculture]. Vladimir: GNU VNIPTIOU; 2005. P. 3-12.
5. Mineyev VG, Debretseni V, Mazur T. Biologicheskoye Zemledeliye i Mineralnye Udobreniya [Biological Agriculture and Mineral Fertilizers]. Moscow: Kolos; 1993.
6. Korenkov DA. Agroekologicheskiye Aspekty Primeneniya Azotnykh Udobreniy [Agroecological Aspects of the Use of Nitrogen Fertilizers]. Moscow: GUP Agrokonsult; 1999.
7. Batkaev, Zh.Ya. Ecologically safe system of cotton fertilizers in the south of Kazakhstan / Zh.Ya. Batkaev // In the collection «Problems of ecology of agro-industrial complex and environmental protection». – Алматы: Рауан, 1997. – pp. 162-163.
8. Bat'kayev ZhYa. [Fertilization of Cotton on the Gray Soils of the South of Kazakhstan and Approaches to Their Rational Use]. PhD Theses. Алматы; 2000.
9. Umbetayev I, Bat'kayev ZhYa. Sistema Vozdelyvaniya Khlopchatnika na Yuge Respubliki Kazakhstan [The System of Cotton Cultivation in the South of the Republic of Kazakhstan]. Алматы: Kus Zholy; 2000.
10. Umbetayev I, Bat'kayev ZhYa. [Efficiency of fertilizers applied to cotton]. In: Nauchnoye Obespecheniye Gosudarstvennoy Agroprodovolstvennoy Programmy RK na 2003-2005 Gody [Scientific Support of the State Agro-Provision Program of the Republic of Kazakhstan for 2003-2005]. Астана; 2003.
11. Prianishnikov DN. Azot v Zhizni Rasteniy i v Zemledelii [Nitrogen in Plant Life and in Agriculture. Moscow: Selkhozgiz; 1953.
12. Ashirbekov MZh, Dridiger VK. [Yield and quality of cotton depending on position in crop rotation on irrigated serozems of Southern Kazakhstan]. Vestnik APK Stavropolya. 2018;(1):73-8.