

**ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ УТИЛИЗАЦИИ БАРДЫ
ПОСЛЕСПИРТОВОЙ НА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕ-
РОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ**
EFFECTS OF LONG-TERM DISPOSAL POST-SPIRIT DISTILLERY WASTE
ON THE AGRICULTURAL STATE OF THE GRAY FOREST SOIL



УДК 631.45:631.461:631.871:631.879.34:631.95
DOI:10.24411/2588-0209-2019-10087

Вера Ивановна Титова, доктор с.-х. наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии ФГБОУ Нижегородская ГСХА, (603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97)

ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Питина Ирина Александровна, аспирант кафедры агрохимии и агроэкологии ФГБОУ Нижегородская ГСХА (603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97)

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-1181-1971>, pitinaia@mail.ru

Судаков Евгений Юрьевич, магистрант кафедры агрохимии и агроэкологии ФГБОУ Нижегородская ГСХА (603107, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 97)

Titova Vera Ivanovna, doctor of agricultural Sciences, professor,
Head of Agrochemistry and Agroecology Chair of Nizhny Novgorod state
agricultural Academy

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Pitina Irina Aleksandrovna, postgraduate of Agrochemistry and Agroecology Chair
of Nizhny Novgorod state agricultural Academy

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1181-1971>, pitinaia@mail.ru

Sydakov Evgeniy Yurievich, postgraduate of Agrochemistry and Agroecology Chair
of Nizhny Novgorod state agricultural Academy.

Изучено влияние 5-летней утилизации барды послеспиртовой с насыщенностью 150 т/га/год на агрохимическую характеристику и микробиологическую активность серой лесной среднесуглинистой почвы. Барда содержит 0,16%, 0,07 и 0,10% азота, фосфора и калия соответственно, в расчете на естественную влажность (96,3%). Фоновая почва имеет низкое содержание гумуса, повышенную обеспеченность подвижными формами фосфора и калия, близкую к нейтральной реакцию среды. При обследовании участка площадью 11 га отобраны по 8 объединенных почвенных проб из слоёв 0-10 см и 10-30 см соответственно, каждая из которых составлена из 10 точечных. Результаты обработаны методом вариационной статистики. Установлено, что утилизация барды послеспиртовой привела к нейтрализации среды (с 5,8 до 6,0 ед. рН), повышению содержания гумуса (с 2,3% до 4,8%), подвижных соединений калия (с 130 мг/кг до 1206 мг/кг) и, особенно, фосфора (с 148 мг/кг до 3519 мг/кг). Внесение барды способствует значительному повышению целлюлолитической (средняя и высокая), каталазной (высокая и очень высокая), инвертазной (средняя) и нитрифицирующей (высокая) активности, а также дыхания (среднее и высокое) почвы, что свидетельствует о достаточном количестве субстрата (азотсодержащих и безазотистых соединений) и высокой интенсивности протекания микробиологических процессов.

The influence of a 5-year utilization of post-spirit distillery waste with a saturation of 150 t / ha / year on the agrochemical characterization and microbiological activity of gray forest loamy soil was studied. Distillery waste contains 0.16%, 0.07 and 0.10% nitrogen, phosphorus and potassium on the basis of natural humidity (96.3%). The background soil has a low humus content, an increased availability of mobile forms of phosphorus and potassium, which is close to a neutral reaction of the medium. When examining a parcel with an area of 11 hectares, 8 combined soil samples were taken from layers of 0-10 cm and 10-30 cm, respectively, each of which was composed of 10 incremental sample. The results are processed by the method of variation statistics. It was found that the utilization of the post-spirit distillery waste led to the neutralization of the medium (from 5.8 to 6.0 pH units), an increase in the content of humus (from 2.3% to 4.8%), and mobile potassium compounds (from 130 mg / kg to 1206 mg / kg) and, especially, phosphorus (from 148 mg / kg to 3519 mg / kg). The application of post-spirit distillery waste to a soil increases the cellulolytic (medium and high), catalase (high and very high), invertase (medium) and nitrifying (high) activity, as well as respiration (medium and high) soil, which indicates a sufficient amount of substrate (nitrogen-containing and nitrogen-free compounds) and high intensity microbiological processes.

Ключевые слова: барда послеспиртовая, утилизация отходов, серая лесная почва, агрохимические показатели, микробиологическая активность.

Key words: post-alcohol bard post-spirit distillery waste, waste disposal, gray forest soil, agrochemical indicators, microbiological activity.

Введение. Проблема размещения отходов народного хозяйства в окружающей среде в последние десятилетия выходит на первый план, что отмечают многие исследователи [1-4], обоснованно связывая её с возможным загрязнением почвы токсичными элементами и веществами, снижением качества почвы и ухудшением её средообразующих функций [5,6]. Актуально рассмотрение этой проблемы применительно и к предприятиям по производству спирта [7,8], т.к. любая современная технология изготовления этилового спирта не является замкнутой. Основным отходом данного производства является послеспиртовая барда, объемы накопления которой весьма велики: в среднем на 1 дал спирта образуется 13,5 дал барды [9].

В то же время известно, что в барде, как продукте переработки растительного сырья (чаще всего зерна, но может быть картофель), присутствует некоторое количество неразложившихся органических веществ и большой набор химических элементов. В составе сухого вещества барды есть азот, фосфор, калий и ряд микроэлементов, которые придают ей удобрительные свойства [10,11] и способствуют повышению плодородия почв [9]. В этой связи исследования, направленные на изучение состояния почв мест длительной утилизации барды послеспиртовой, являются весьма актуальными.

Целью исследований явилась оценка воздействия длительной утилизации барды послеспиртовой на агрохимические свойства и ферментативную активность серой лесной почвы.

Условия и методы. Исследования проведены на земельном участке, на котором в течение 5 лет размещали отход производства спирта (барду) путем разлива её по поверхности с периодической запашкой по мере подсыхания почвы. Почва серая лесная среднесуглинистая, сформировавшаяся на покровных суглинках. Барда содержит 0,16%, 0,07 и 0,10% азота, фосфора и калия соответственно, в расчете на естественную влажность (96,3%). Насыщенность бардой в среднем за анализируемые годы составила 150 т/га.

Для оценки агрохимического состояния почвы определяли содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменную кислотность по показателю рН солевой вытяжки [12]. О состоянии почвенно-биотического комплекса судили по показателям, характеризующим каталазную, инвертазную и нитрифицирующую активность, способность почвы к разложению целлюлозы и её дыхание. При определении уровня ферментативной и общей микробиологической активности почвы использовали шкалы сравнительной оценки, приведенные в работе В.И. Титовой с соавт. [13].

Отбор образцов проведен в начале октября 2018 года. Учитывая, что верхняя часть почвенного профиля испытывает более интенсивную нагрузку, отбор проб выполнили дифференцировано: из слоя 0-10 см и 10-30 см. Отбор проб проведен в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-2017 Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. При обследовании были выделены 8 площадок размером 0,5 га (10 x 50 м), с которых отбирали один объединенный образец, составленный из 10 прикопок. Общая площадь обследованного участка составила 11 га.

Полученные результаты обработаны с использованием метода вариационной статистики [14].

Результаты исследований. Использование барды в качестве удобрения будет оказывать влияние существенное влияние на свойства почвы. При этом возможны как позитивные (увеличение содержания элементов питания), так и негативные (подкисление, увеличение содержания тяжелых металлов и т.д.) изменения характеристик почвенно-биотического комплекса.

Влияние применения барды послеспиртовой на агрохимические свойства почвы показано в таблице 1.

Кислотность верхнего слоя изучаемой почвы варьирует в диапазоне от близкой к нейтральной до нейтральной, в среднем находясь на границе двух названных групп. Нижележащий горизонт характеризуется большими значениями величины pH_{KCl} , что является свидетельством наличия тенденции подкисления верхнего слоя почвы вследствие внесения в нее барды послеспиртовой. Однако следует отметить, что выявленной процесс не привел к значимому ухудшению свойств почвы, так как наблюдающийся в верхнем слое диапазон кислотности соответствует оптимальному для большинства сельскохозяйственных культур. Более того, даже минимальное значение pH_{KCl} , обнаруженное на обследуемом участке, не вышло за границы приемлемых для большинства культур значений. Почвы в настоящий момент времени не нуждаются в известковании, что, однако, не исключает возникновения потребности в данном мероприятии в будущем при дальнейшей утилизации барды на данном участке.

Таблица 1

Агрохимические свойства почвы
на участке утилизации барды послеспиртовой, n=8

Показатели	Слой, см	Фон	Участок утилизации		
			lim	$M \pm m$	V, %
pH_{KCl}	0-10	5,8	5,6 – 6,3	6,0 ± 0,1	4
	10-30		6,2 – 6,6	6,4 ± 0,1	2
Гумус, %	0-10	2,3	4,2 – 6,0	4,8 ± 0,3	16
	10-30		1,9 – 2,5	2,2 ± 0,1	12
Подвижный фосфор, мг/кг	0-10	148	2566 – 4788	3519 ± 411	26
	10-30		311 – 682	509 ± 76	33
Подвижный калий, мг/кг	0-10	130	877 – 1519	1206 ± 123	23
	10-30		600 – 786	676 ± 35	11

Здесь и далее: lim – интервал между min и max значением показателя; M – среднее значение показателя; m – ошибка среднего значения; V – коэффициент вариации.

Содержание гумуса является важнейшим показателем, во многом определяющим все почвенные режимы и свойства. Серые лесные почвы обычно характеризуются невысоким запасом органического вещества. Так, среднее содержание гумуса в фоновой почве, расположенной рядом с участком утилизации барды послеспиртовой, равно 2,3%, что позволяет классифицировать их (в соответствии с градацией, принятой в агрохимической практике) как

слабогумусированные. Содержание гумуса в слое 10-30 см обследованного участка близко к этому значению. Верхний же горизонт характеризуется значительно более высоким запасом органического вещества. Так, даже минимальное из отмеченных значений соответствует группе сильногумусированных почв. Таким образом, утилизация барды послеспиртовой способствовала значительному увеличению содержания органического вещества в почве, что свидетельствует о повышении хозяйственной ценности земель и степени их устойчивости к антропогенному воздействию.

Содержание подвижного фосфора в почве варьирует в широких пределах и характеризуется аномально высокими значениями не только для данного типа почв, но и для почв вообще. Такое содержание элемента наблюдается обычно только на площадях, прилегающих к животноводческим комплексам промышленного типа и используемых в течение длительного времени для утилизации больших объемов органических отходов [15,16]. Содержание подвижных фосфатов в фоновой почве составляет 148 мг/кг, что в 24 раза ниже, чем на участке утилизации барды.

Процесс зафосфачивания почв является индикатором экологического неблагополучия экосистемы в целом. При очень высоких значениях содержания подвижных соединений фосфора в почвах необходимо принимать во внимание сопредельные среды, так как это приводит к увеличению интенсивности их выщелачивания в грунтовые и смыва в поверхностные воды. Результатом таких процессов является усиливающаяся эвтрофикация водоемов и ухудшение качества источников водоснабжения. В отдельных случаях наблюдается негативное влияние гипервысокого содержания биогенных элементов в почве на урожайность сельскохозяйственных культур. Так, исследованиями установлено, что при определенном накоплении фосфора в тканях растений отмечается снижение прироста биомассы [15].

Кроме того, при одностороннем обогащении почв тем или иным элементом может наблюдаться нарушение баланса элементов питания за счет антогонизма ионов, перевода дефицитных элементов в недоступное растениям состояние при воздействии элемента, находящегося в избытке, и другие процессы, негативно влияющие на рост и развитие растений.

Для предотвращения возникновения подобных ситуаций на площадях, где осуществляется утилизация барды, необходимо обеспечить нулевой или слабоположительный баланс данного элемента, что можно достигнуть, влияя как на его приход (регулируя дозы внесения отхода), так и на расходные статьи. Последнее достигается правильным выбором сельскохозяйственных культур, которые могут выращиваться на участках утилизации: они должны характеризоваться высокой урожайностью и высоким удельным выносом фосфора. Аналогичного эффекта можно добиться, насыщая севооборот промежуточными культурами.

В рассматриваемом случае участок утилизации барды послеспиртовой фактически был выведен из севооборота, оставаясь в виде пара. То есть, отсутствия отчуждения элемента с урожаем сельскохозяйственных культур не было. Это, на фоне очень низкой миграционной способности элемента и больших объемов его поступления с бардой, обеспечило высокий уровень аккумуляции подвижных фосфатов в почве.

В отношении подвижных соединений калия складывается менее напряженная ситуация. Так, его содержание в верхнем слоя хоть и является нехарактерно высоким, но в целом существенно ниже, чем концентрация фосфора. Это обусловлено химическими особенностями данного элемента и, прежде всего, его большей миграционной способностью, что подтверждается высокими его концентрациями в нижележащем горизонте. В целом, экологиче-

ские проблемы, связанные с его избыточной аккумуляцией в экосистеме, гораздо менее значимы, чем проблемы, обусловленные зафосфачиванием почв.

Важнейшими параметрами, с помощью которых можно оценить состояние почвенно-биотического комплекса, являются показатели биологической активности почвы. Их преимущество заключается в том, что они характеризуются высокой чувствительностью и быстрой реакцией на негативные внешние воздействия. Кроме этого, показатели биологической активности позволяют судить о суммарном (интегральном) влиянии всего набора неблагоприятных факторов, воздействующих на определенный участок почвенного покрова. В связи с этим, при оценке воздействия утилизации барды на свойства почвы, был произведен анализ некоторых показателей ее биологической активности.

Результаты определения активности ферментов в исследуемой почве представлены в таблице 2.

Таблица 2

Ферментативная активность почвы
на участке утилизации барды послеспиртовой, n=8

Показатели – Активность	Слой 0-10 см		Слой 10-30 см	
	lim	M ± m	lim	M ± m
Каталазная, см ³ O ₂ /г/мин	13,0 – 39,2	25,3 ± 5,1	1,7 – 1,3	2,4 ± 0,3
Инвертазная, мг глюкозы/г/24 ч	30,7 – 40,1	34,7 ± 2,6	14,0 – 16,8	15,0 ± 0,4
Целлюлолитическая, %	49,0 – 69,1	55,0 ± 5,6	25,2 – 60,8	47,4 ± 6,9
Нитрифицирующая, мг/кг/7 суток	36,7 – 40,8	37,1 ± 3,0	14,8 – 29,0	19,7 ± 2,6
Дыхание, мг CO ₂ /10г/сутки	8,4 – 14,0	9,0 ± 1,2	2,0 – 3,4	2,2 ± 0,2

Установлено, что каталазная активность верхнего слоя исследуемой почвы характеризуется высокими, а в некоторых случаях даже очень высокими значениями. Следует подчеркнуть, что отбор образцов проводился в октябре при положительных температурах, близких к 0 °С. Как правило, биологическая активность почвы подвержена существенной сезонной динамике и в это время года обычно характеризуется низкими значениями. Отмеченная же высокая активность каталазы может быть обусловлены именно внесением на изучаемый участок барды послеспиртовой. При переходе к нижележащему горизонту происходит снижение значения анализируемого показателя. Падение микробиологической активности с глубиной почвы является закономерным и связано с изменением воздушного, водного, пищевого и других режимов почвы. Кроме этого барда, разлитая по поверхности, влияет именно на верхний слой.

Аналогичные тенденции выявлены в отношении активности инвертазы, уровень которой фактически отражает содержание в почве легкогидролизуемых углеводов. Исследования показали, что активность инвертазы в образцах почвы, отобранных из слоя 0-10 см, находится на среднем уровне. Более глубокий слой характеризуется в основном более низкими значениями показателя.

Любое нарушение деятельности микроорганизмов, которое может быть обусловлено антропогенной нагрузкой большей или меньшей интенсивности, приводит, прежде всего, к подавлению их способности к разложению отмершей биомассы, т. е. к снижению целлюлолитической активности. Результатом этого может быть накопление в почве грубого органического вещества, связывающего в недоступном для растений состоянии значительное количество биогенных элементов. Исследуемая почва характеризуется высокой целлюлолитической активностью в верхнем слое и средней – в нижнем. Подобный уровень активности обеспечивает интенсивное разложение органического вещества и возвращает аккумулированные в нем элементы питания в активную часть биологического круговорота, что может служить показателем экологического благополучия изучаемой территории.

Не менее важным интегральным показателем состояния микробного комплекса почв является нитрифицирующая активность. Её высокое значение характерно для верхних горизонтов, обладающих значительным уровнем плодородия. Однако она снижается в результате ряда процессов: уменьшения содержания органического вещества, уплотнения почв, ухудшения водного режима, разрушения почвенной структуры, поэтому очень удобна при оценке последствий антропогенной деятельности. В данном случае нитрифицирующая активность верхнего слоя исследуемой почвы высока, что свидетельствует как о высокой интенсивности протекания микробиологических процессов, так и о достаточном количестве субстрата (в данном случае, азотсодержащих соединений).

Дыхание почвы – интегральный показатель, который характеризует интенсивность протекания микробиологических процессов и определяется по количеству углекислого газа, продуцируемого почвой за единицу времени. Полученные в верхнем слое (0-10 см) значения относятся к группе средних и слабых, однако для указанного времени отбора образцов подобный уровень дыхания является нехарактерно высоким. Как правило, в октябре-ноябре на фоне низких температур количество углекислого газа, выделяемое почвой, чаще всего является очень низким, что наблюдается, например, в слое 10-30 см.

Выводы. Исследования показали, что утилизация барды послеспиртовой способствовала значительному увеличению содержания гумуса и доступных форм элементов питания в почве, что свидетельствует об улучшении ее питательного и других режимов. Биологическая активность почв участка утилизации барды послеспиртовой в целом является достаточно высокой, что свидетельствует о благоприятном состоянии почвенно-биотического комплекса. Однако чрезмерное насыщение экосистемы биогенными элементами (подвижными соединениями калия и, особенно, фосфора), наблюдавшееся на изучаемом участке, может привести к возникновению ряда экологических проблем, решением чего может стать разработка технологии утилизации барды, гарантирующей отсутствие возникновения агротехногенных аномалий.

Литература

1. Дабахова Е.В. Оценка воздействия утилизации отходов на состояние агроэкосистемы и проблемы нормирования / Е.В. Дабахова, В.И. Титова, Е.Ю. Гейгер, Н.А. Корченкина // Агрехимический вестник. – 2011. – №2. – С. 13-15.
2. Масютенко Н.П. К вопросу нормирования антропогенной нагрузки для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Н.П. Масютенко, А.В. Кузнецов,

- М.Н. Масютенко, Г.М. Брескина, Т.И. Панкова // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28. – № 10. – С. 14-17.
3. Дрегуло А.М. Проблемы загрязнения окружающей среды осадками иловых карт различных сроков жизненного цикла / А.М. Дрегуло // Агрохимия. – 2016. – №8. – С. 88-92.
 4. Варламова Л.Д. Нетрадиционные удобрительные материалы в растениеводческом комплексе России и Нижегородской области / Л.Д. Варламова, И.Д. Короленко // Агрохимический вестник. – 2017. – №2. – С. 15-20.
 5. Соколов М.С. Средообразующие функции здоровой почвы - фитосанитарные и социальные аспекты / М.С. Соколов, А.П. Глинушкин, Е.Ю. Торопова // Агрохимия. – 2015. – № 8. – С. 81-94.
 6. Семенов А.М. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки / А.М. Семенов, М.С. Соколов // Агрохимия. – 2016. – №1. – С. 3-16.
 7. Макаров В.И. Оценка биотоксичности фугата пшеничной послеспиртовой барды / В.И. Макаров // Безопасность в техносфере: Сб. ст. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2010. – Вып. 6. – С. 156-161.
 8. Шилов М.П. Влияние спиртовой барды на эффективное плодородие черноземно-солонцового комплекса северного Казахстана / М.П. Шилов, И.В. Бакуменко // Нетрадиционные источники и приемы организации питания растений: Мат. междунаучно-практ. конф. Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – С. 65-68.
 9. Ненайденко Г.Н. Инновационные направления утилизации послеспиртовой барды / Г.Н. Ненайденко, Л.И. Ильин. М., 2012. – 244 с.
 10. Дзанагов С.Х. Использование спиртовой барды в качестве удобрения / С.Х. Дзанагов, Д.А. Черджиев // Известия Горского государственного аграрного университета: Изд-во Горского ГАУ. – Т.54. – №1. – 2017а. – С. 27-30.
 11. Дзанагов С.Х. Эффективность применения спиртовой барды в целях утилизации / С.Х. Дзанагов, Д.А. Черджиев // Агроэкологический вестник: Изд-во Воронежского ГАУ им. Императора Петра I. Воронеж, 2017б. – С. 105-111.
 12. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М: ВНИИА, 2003. – 195 с.
 13. Титова, В.И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем / В.И. Титова, Е.В. Дабахова, М.В. Дабахов. – Н.Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – 170 с.
 14. Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.
 15. Дабахова Е.В. Научное обоснование использования органических удобрений промышленного птицеводства в агроэкосистеме / Автореф. дисс. докт. с.-х. наук. – М.: ВНИИА, 2005. – 44 с.
 16. Титова В.И. Особенности системы применения удобрений в современных условиях / Агрохимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 2-7.

Literatura

1. Dabahova E.V. Ocenka vozdejstviya utilizacii othodov na sostoyanie agroekosistemy i problemy normirovaniya / E.V. Dabahova, V.I. Titova, E.YU. Gejger, N.A. Korchenkina // *Agrohimicheskij vestnik*. □ 2011. □ №2. □ S. 13-15.
2. Masyutenko N.P. K voprosu normirovaniya antropogennoj nagruzki dlya formirovaniya ekologicheski sbalansirovannyh agrolandshaftov / N.P. Masyutenko, A.V. Kuznecov, M.N. Masyutenko, G.M. Breskina, T.I. Pankova // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. □ 2014. □ T. 28. □ № 10. □ S. 14-17.
3. Dregulo A.M. Problemy zagryazneniya okruzhayushchej sredy osadkami ilovyh kart razlichnyh srokov zhiznennogo cikla /A.M. Dregulo // *Agrohimiya*. □ 2016. □ №8. □ S. 88-92.
4. Varlamova L.D. Netradicionnye udobritel'nye materialy v rastenievodcheskom komplekse Rossii i Nizhegorodskoj oblasti / L.D. Varlamova, I.D. Korolenko // *Agrohimiicheskij vestnik*. □ 2017. □ №2. □ S. 15-20.
5. Sokolov M.S. Sredoobrazuyushchie funkcii zdorovoj pochvy - fitosanitarnye i social'nye aspekty / M.S. Sokolov, A.P. Glinushkin, E.YU. Toropova // *Agrohimiya*. □ 2015. □ № 8. □ S. 81-94.
6. Semenov A.M. Konceptiya zdorov'ya pochvy: fundamental'no-prikladnye aspekty obosnovaniya kriteriev ocenki / A.M. Semenov, M.S. Sokolov // *Agrohimiya*. □ 2016. □ №1. □ S. 3-16.
7. Makarov V.I. Ocenka biotoksichnosti fugata pshenichnoj poslespirtovoj bardy / V.I. Makarov // *Bezopasnost' v tekhnosfere: Sb. st. Izhevsk: Izd-vo «Udmurtskij universitet», 2010. □ Vyp. 6. □ S. 156-161.*
8. SHilov M.P. Vliyanie spirtovoj bardy na effektivnoe plodorodie chernozemno-soloncovogo kompleksa severnogo Kazahstana / M.P. SHilov, I.V. Bakumenko // *Netradicionnye istochniki i priemy organizacii pitaniya rastenij: Mat. mezhd. nauchno-prakt. konf. N.Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2011. □ S. 65-68.*
9. Nenajdenko G.N. Innovacionnye napravleniya utilizacii poslespirtovoj bardy / G.N. Nenajdenko, L.I. Il'in. M., 2012. □ 244 s.
10. Dzanagov S.H. Ispol'zovanie spirtovoj bardy v kachestve udobreniya / S.H. Dzanagov, D.A. CHerdzhiev // *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta: Izd-vo Gorskogo GAU. □ T.54. □ №1. □ 2017a. □ S. 27-30.*
11. Dzanagov S.H. Effektivnost' primeneniya spirtovoj bardy v celyah utilizacii / S.H. Dzanagov, D.A. CHerdzhiev // *Agroekologicheskij vestnik: Izd-vo Voronezhskogo GAU im. Imperatora Petra I. Voronezh, 2017b. □ S. 105-111.*
12. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv ze-mel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. – M: VNIIA, 2003. – 195 s.
13. Titova, V.I. Agro- i biokhimicheskie metody issledovaniya sostoyaniya ekosistem / V.I. Titova, E.V. Dabahova, M.V. Dabahov. – N.Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2011. – 170 s.
14. Dmitriev, E.A. Matematicheskaya statistika v pochvovedenii. – M.: Izd-vo MGU, 1995. – 320 s.
15. Dabahova E.V. Nauchnoe obosnovanie ispol'zovaniya organicheskikh udobrenij promyshlennogo pticevodstva v agroekosisteme / Avtoref. diss. dokt. s.-h. nauk. – M.: VNIIA, 2005. – 44 s.

16. Titova V.I. Osobnosti sistemy primeneniya udobrenij v sovremennyh usloviyah / Ag-rohimicheskij vestnik. – 2016. – № 1. – S. 2-7.