

**ПОСЛОЙНО-ФРЕЗЕРНЫЙ СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА
ТОРФО-МИНЕРАЛЬНО-АММИАЧНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
БЕЛОРУССКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

А. В. ТИШКОВИЧ, А. Г. ДУБОВЕЦ, Ю. М. ПЛОТКИНА, Т. Д. ПРАСОЛОВА,
Р. П. ШУРЫГИНА

Одним из простых экономических способов производства так называемых обычных ТМАУ, содержащих 0,5—0,8% азота аммиака, фосфора и калия, является послойно-фрезерный способ, предложенный Всесоюзным научно-исследовательским институтом торфа (ВНИИТП, г. Минск). Он предназначен для заготовки удобрений как на массивах торфопредприятий, так и на отдельных торфяниках и участках, рассредоточенных среди пахотных земель колхозов и совхозов. Этот способ обеспечивает добычу торфокрошки на удобрение и подстилку с более высоким качеством, чем послойно-поверхностный способ, так как в основу его положена технология производства фрезерного торфа.

Машины и механизмы, применяемые по этому способу, предназначены для оснащения ими механизированных отрядов районных объединений «Сельхозтехника», а также специализированных хозяйств колхозов и совхозов.

Технологический процесс состоит из 4 операций: посева минеральных удобрений по поверхности торфозалежи, фрезерования или рыхления верхнего слоя на глубину уборки торфа, ворошения торфо-минеральной смеси с целью ускорения сушки, уборки подсушенного слоя с одновременным введением аммиачной воды.

Рассев минеральных калийных и фосфорных удобрений осуществляется по подготовленным и осушенным картам торфяника туковыми сеялками ЗСТН-2,8 или разбрасывателями удобрений ТУП-3А, 1-ПТУ-3, РПТУ-2 и др. Туковые сеялки обеспечивают равномерное внесение минеральных удобрений на сьем торфа за один цикл. При применении разбрасывателей удобрений, которые в их обычном виде высевают большие нормы удобрений на единицу площади, требуется более глубокое последующее дискование из расчета съема торфо-минеральной смеси за несколько циклов. Равномерность смешивания минеральных удобрений с торфом в этом случае будет несколько ниже, чем в первом.

В настоящее время завод «Бобруйксельмаш» приступает к серийному производству съемного приспособления РКМ-500 с прицепом-разбрасывателем ТУП-3А, предназначенного для поверхностного внесения минеральных удобрений. Это приспособление позволит более успешно применять прицепы-разбрасыватели для посева минеральных удобрений по торфянику на каждый цикл уборки торфа. К тому же, учитывая возможность прицепов-разбрасывателей на вывозке торфа и ТМАУ до и после окончания сезона торфодобычи, оснащение ими отрядов район-

ных объединений «Сельхозтехники» следует считать более целесообразным, чем туковыми сеялками. Работа туковой сеялки ЗСНТ-2,8 осуществляется по способу втраивания и вдваивания секции (последовательной сцепки секций) в прицепе к трактору «Беларусь» или ДТ-54, 55. В этом случае в одну секцию загружаются калийные удобрения, а в две другие — фосфоритная мука, что обеспечивает одновременное внесение двух компонентов за один проход машины без предварительного их смешивания.

Норма рассева минеральных удобрений, калийных Q_k и фосфоритных Q_p , на единицу площади определяется по количеству убираемого торфа P с этой площади торфоуборочным толкователем за один или несколько циклов (при рассеве минеральных удобрений прицепами-разбрасывателями без применения специального приспособления).

$$Q_k = P \cdot m_k, \text{ кг}, \quad (1)$$

$$Q_p = P \cdot m_p, \text{ кг}, \quad (2)$$

где m_k и m_p — норма расхода калийных и фосфорных удобрений на тонну торфа 50%-ной влажности, в кг.

Количество убираемого торфа с единицы площади (нетто) определяется по формуле:

$$p = \alpha \cdot a \cdot h \cdot \gamma, \quad (3)$$

где h — толщина убираемого слоя, м;
 γ — объемный вес торфа, т/м³;
 α — коэффициент сбора;
 a — площадь убираемого торфа, м².

Нормы расхода аммиачной воды, фосфорных и калийных удобрений на 1 тонну торфа 50%-ной влажности определяются действующими техническими условиями на ТМАУ (МРТУ 46 № 313, 1962 г.).

Если уборочная влажность отличается от расчетной (равной 50%), то в формулу (1) и (2) вместо P необходимо подставлять значение веса торфа P_1 , полученного путем пересчета по формуле:

$$P_1 = \frac{P(100 - W)}{100 - W_1}, \quad (4)$$

где W — расчетная влажность торфа,
 W_1 — уборочная влажность торфа.

Фрезерование или рыхление торфяной залежи осуществляется фрезерными барабанами СБШ-2. Глубина фрезерования 15—20 мм. Фрезерование производится по кольцевой схеме на двухсмежных картах. В случае работы на крайковых участках, не имеющих правильной картовой сети, фрезерование производится с учетом площади и конфигурации участка по схеме более рациональной в данных конкретных условиях.

Сфрезерованная торфяная крошка, перемешанная с минеральными компонентами, подсушивается до влажности 50—55%. С этой целью в зависимости от погодных условий производится одно- или двухкратное ворошение, которое осуществляется ворошилками типа ВМФ. Ворошение производится по кольцевой или зигзагообразным схемам. Для ворошения используются колесные трактора или гусеничные, которые применяются на фрезеровании. При ворошении торфокрошки необходимо следить, чтобы применяемые машины не производили дополнительного подфрезерования торфяной залежи, что удлинит сроки сушки и ухудшит условия работы машин на уборке подсушенного торфа.

Уборка торфо-минеральной смеси и обогащение ее аммиачной водой осуществляется торфоуборочными валкователями Т-4 или БУ-55,

оборудованными аммиачными питателями АП-2, конструкции ВНИИТ. Торфоуборочные валкователи имеют копирующие устройства, предложенные ВНИИТ, которые обеспечивают съем слоя торфяной крошки заданной толщины (в пределах 1,5—3,5 мм) и влажности (в пределах 40—60%). Торфоуборочные валкователи с аммиачными питателями навешиваются на тракторы ДТ-55.

Аммиачный питатель АП-2 представляет собой навесное устройство и состоит из системы питания, насосной установки и распределительного устройства. Система питания включает два резервуара и бак-питатель. Резервуары общей емкостью 700 л, соединенные между собой трубопроводом, установлены на кронштейнах сзади трактора и оборудованы водомерным стеклом и клапанами: выдыхательным и воздушным. Герметичный бак-питатель емкостью 180 л крепится на отвале валкователя и оборудован водомерным стеклом, выдыхательным клапаном и уравнивательной трубкой. Бак-питатель соединяется с резервуарами трубопроводом, имеющим кран, управляемый из кабины трактора. Бак-питатель служит для поддержания постоянства напора в момент введения аммиачной воды в торф.

Насосная установка предназначена для заполнения баков аммиачной водой и включает вихревой насос с приводом от гидронасоса (НШ-40), работающего как гидродвигатель от гидросистемы трактора; нагнетательный шланг, соединенный с левым резервуаром, и заборный гафрированный шланг с сетчатым фильтром и обратным клапаном.

Распределительное устройство предназначено для равномерного внесения аммиачной воды в убираемый слой торфа и включает четыре шланга, соединяющий бак-питатель с распределительной трубой диаметром 48 см, в который через каждые 100 мм установлены штуцеры с калиброванными отверстиями. На штуцеры распределительной трубы насажены резиновые шланги, через которые аммиачная вода попадает в торф. В свободные концы шлангов вставляются металлические трубки длиной 100 мм, выполняющие роль контр-грузов. Распределительная труба расположена впереди валового валкователя и крепится шарнирно к его боковому стенкам посредством рамы.

Подъем и опускание рамы осуществляется гидроцилиндром (ЦС-75), установленным позади отвала при помощи двуплечевого рычага. Опускание распределительной трубы, определяющей норму расхода аммиачной воды, регулируется ограничительной цепью, которая предварительно тарируется. При опускании трубы в рабочее положение (вниз) шланги свободными концами ложатся на поверхность залежи. Система питания работает по принципу самотечной подачи аммиачной воды из бака-питателя в распределительную трубу и далее по шлангам на убираемый слой торфа. Расход аммиачной воды регулируется изменением напора, создаваемого столбом жидкости, заключенным между нижним концом уравнивательной трубки и распределительной трубкой. Количество жидкости в баке при этом не оказывает влияния на расход ее через распределительную трубку. Нормы расхода аммиачной воды указаны на боковой стенке отвала. Подача и прекращение истечения аммиачной воды производится бескрановым способом путем опускания или подъема распределительной трубы, ниже или выше конца уравнивательной трубы.

Торфоуборочный валкователь с аммиачным питателем АП-2 работает по челночной схеме: передний ход — рабочий, задний — холостой. Схема работы уборочного валкователя в зависимости от конфигурации участка и наличия картовой сети будет различной. На участках со стандартной картовой сетью (ширина карты 40 м, длина 500 м) складочную единицу готовой продукции более рационально располагать

вдоль картовой канавы. В этом случае рабочие ходы валкователя осуществляются под углом 40—45° к картовой канаве.

При работе на крайковых или небольших обособленных участках и торфяниках, не имеющих правильной картовой сети, складирование готовой продукции осуществляется, исходя из конкретных условий. Для этих случаев работы валкователя неизменным требованием является максимально возможное приближение мест расположения складочных единиц к крайкам с целью улучшения условий вывозки удобрений в любое время года.

Таблица 1

Техническая характеристика АП-2

Тип	— навесной
Емкость резервуаров (общая), л	— 880
Введение аммиачной воды в торф	— по всей ширине отвала внутрь убираемого слоя торфокрошки, самотеком
Диаметр проходных сечений штуцеров в распределительной трубе, мм	— 100
Пределы регулирования расхода аммиачной воды л/сек	— 0,2±0,9
Диаметр проходных сечений штуцеров, мм	— 5,5
Рабочие скорости	— I, и II передачи трактора
Количество обслуживающего персонала	— 1 (тракторист)
Вес, кг	— 500
Производительность:	
а) сменная, т	— 120—150
б) сезонная, тыс. тонн	
при односменной работе	— 12—15
при двухсменной работе	— 25—30

Работа валкователя с АП-2 почти не отличается от обычной работы его на уборке торфокрошки. Перед началом работы лыжи копирующего устройства отвала устанавливаются на заданную глубину уборки торфокрошки. Звено передней подвески отвала крепится к цилиндру и отвалу крайними пальцами (средний палец убирается), что позволяет осуществлять шарнирное их соединение или так называемую свободную подвеску отвала за счет образующегося зазора между звеном и жестким упором отвала. При этом шток гидроцилиндра подъема отвала должен быть вытолкнут наружу на максимальную величину.

В начале участка тракторист посредством гидравлики опускает отвал на грунт, переводит распределительную трубу в рабочее положение и начинает движение, при этом аммиачная вода самотеком поступает в убираемую торфокрошку. В конце рабочего хода, перед подачей торфа в навал, распределительная труба и отвал поднимаются в транспортное положение, автоматически прекращая поступление аммиачной воды. После этого осуществляется отход трактора к началу участка и цикл работы повторяется. Когда аммиачная вода из бака-питателя будет израсходована, он заполняется на ходу трактора во время холостого хода, для чего тракторист с места сидения открывает кран на трубопроводе запасных резервуаров. После заполнения бака-питателя (тракторист следит по водомерному стеклу) кран перекрывается.

Торфоуборочным валкователем с АП-2 производятся следующие операции: сбор торфокрошки, введение аммиачной воды с одновремен-

ным ее перемешиванием с торфом и образование складочных единиц до высоты 3—3,5 м.

Производительность приготовления ТМАУ с единицы площади, как известно, определяется комплектностью требуемых по данной технологии машин и наличием необходимого количества тракторов. Примерный расчет потребности машин с учетом их двухсменной работы на участках с площадью 50—60 га приведен в табл. 3.

Таблица 2

Производственно-технические показатели добычи торфа на удобрение и подстилку и приготовления ТМАУ

№ п. п.	Наименование показателей	Един. изм.	Величина показателя
1	Количество календарных дней работы	дни	105
2	Количество циклов	циклы	25
3	Средняя продолжительность цикла	дни	2
4	Средний цикловой сбор:		
	торфа на удобрение	<i>т/га</i>	50
	торфа на подстилку	<i>т/га</i>	40
	Т М А У	<i>т/га</i>	55
5	Сезонный сбор с 1 га	<i>т/га</i>	1250

Таблица 3

Машины для производства ТМАУ

№ п.п.	Виды работ	Типы машины	Производительность валовая		Необходимое количество машин на участок с площадью до 60 га (округленно)
			за 1 час	за 16 час. в га	
1	Внесение минер. удобрен.	3 СТН-2,8	1,7 га	27,2	2
2	Фрезерование	СБШ-2	1,5 га	24,0	2
3	Ворошение	ВМФ	$\frac{6,6}{1,5} = 4,4$ га	53,8 (за 12 часов)	1
4	Заготовка ТМАУ	Т-4 или БУ-55 с АП-2	1,2 га	19,8	3
5	Уборка торфокрошки	Т-4 или БУ-55	1,6 га	25,6	2

В отдельных случаях, когда имеются очень малые площади разрабатываемых торфяников и небольшой план производства торфа на удобрение или ТМАУ, каждая технологическая операция может быть представлена одной машиной. При этом трактор, на который навешен аммиачный питатель АП-2, можно использовать для поочередного выполнения всех операций производства ТМАУ по данной технологии. Естественно, в этом случае производительность работ будет снижена.

В 1962 году аммиачный питатель АП-2 успешно проходил государственные испытания на Западной МИС и был рекомендован к внедрению. С этого же года послойно-фрезерный способ производства торфо-минерально-аммиачных удобрений применяется на торфопредприятиях «Знамя Советов» и «Червенское» Минской области.

Производственный опыт показывает, что ТМАУ, приготовленные послойно-фрезерным способом, имеют небольшие потери аммиака, более низкую себестоимость и меньшие затраты труда в сравнении с заготовкой таких удобрений по другим схемам. В табл. 4 приводится себестоимость их, заготовленных в Минской области в 1962-64 гг. различными способами.

Таблица 4

Себестоимость тонны ТМАУ (влажность—55 %), приготовленных различными способами

Способ приготовления	Торфопредприятие, хозяйство	Себестоимость, в руб.
Послойно-фрезерный (ВНИИТ)	„Знамя Советов“	1,23
Колхозно-совхозный (Калининский филиал ВНИИТП)	Западная МИС	1,32
Промышленный (СНХ БССР)	„16 красных партизан“	1,87

Условия обслуживания валкователя с аммиачным питателем АП-2 во время работы на заготовке ТМАУ вполне удовлетворительные. Специальных средств защиты, кроме предусмотренных инструкцией по правилам использования аммиачной воды в сельском хозяйстве, не требуется.

Пятилетние работы Всесоюзного научно-исследовательского института торфа (ВНИИТ) подтверждают значительный эффект повышения урожая как от торфа, так и минеральных удобрений, входящих в состав торфо-минерально-аммиачных удобрений, или так называемых ТМАУ. Опыты по испытанию эффективности ТМАУ проводились на торфяной опытной станции «Дукора» и в колхозах Пуховичского района Минской области. Почвы дерновые сильно- и среднеподзолистые, супесчаные, подстилаемые моренным суглинком или песком. Они содержат мало питательных веществ, имеют высокую кислотность и низкую степень насыщенности основаниями (P_2O_5 —4,5 мг на 100 г; K_2O —3 мг на 100 г; гумуса 2%; рН в КСI—4,4; S—2,1—3,5 мг-экв; V—30—50%).

В табл. 5 приведены пятилетние данные урожайности различных культур по торфо-минерально-аммиачным удобрениям, по эквивалентному количеству действующего вещества минеральных удобрений и торфа, входящих в состав ТМАУ, и по чистым минеральным удобрениям.

Полевые опыты проводились в соответствии с методикой опытного дела. Повторность опытов четырех- и пятикратная. Данные опытов по вариантам обрабатывались методом вариационной статистики. Точность приведенных в таблице опытов в пределах достоверности.

Приведенные данные убедительно показывают значительное преимущество ТМАУ перед отдельно вносимыми компонентами, входящими в их состав, а также в сравнении с эквивалентным количеством минеральных удобрений. При этом последние два варианта по своей эффективности почти равноценны. А это значит, что торф, вносимый в почву без предварительной обработки его аммиаком, в первый год почти не дает эффекта. В отдельных случаях, где под зерновые культуры вносил-

Таблица 5

Эффективность ТМАУ в сравнении с другими удобрениями

№ п. п.	Культура	Внесено удобрений в кг/га по действующему веществу NPK	Урожай в ц/га			Прибавка урожая по ТМАУ в сравнении с NPK	
			ТМАУ	Раздельное внесение компонентов ТМАУ (NPK + торф)	NPK	в ц/га	в %
1961 год							
1	Ячмень	47:47:47	26,4	—	21,4	5,0	23
2	Гречиха	30:30:30	8,5	7,2	7,0	1,5	21
3	Картофель	80:80:100	314	287	264	27,0	10
1962 год							
4	Озимая рожь	50:50:50	19,8	15,5	15,9	3,9	24
5	"	80:80:80	22,7	17,7	18,4	4,3	23
6	Ячмень	32:32:32	26,4	22,1	21,6	4,8	22
7	"	30:30:30	20,6	—	18,2	2,4	13
8	"	45:45:45	21,9	—	19,2	2,7	14
9	"	50:50:50	20,0	16,5	16,5	3,5	21
10	"	60:60:60	23,7	—	20,6	3,1	15
11	Картофель	60:60:60	193	—	152	41,0	27
12	"	90:90:90	184	141	138	46,0	33
13	"	90:90:90	215	—	164	51,0	31
14	Картофель	120:120:120	220	—	169	51,0	30
15	Сахарная свекла	150:150:150	212	—	134	78,0	58
16	Озимая рожь	70:70:70	20,2	—	16,5	3,7	22
17	"	70:70:70	21,6	19,7	18,7	2,9	15
18	Ячмень	60:60:60	17,9	—	16,0	1,9	12
19	Картофель	90:80:100	157	129	129	28,0	22
20	"	120:100:140	219	—	167	52,0	31
21	Кукуруза	150:100:200	334	—	276	58,0	21
1964 год							
22	Ячмень	40:40:40	9,9	—	8,8	1,1	12
23	Картофель	100:75:150	231	—	193	38,0	20
24	Кукуруза	150:112:206	335	—	304	31,0	10
1965 год							
25	Озимая рожь	70:70:70	32,3	—	30,7	1,6	5
26	Картофель	100:75:150	267,8	—	240,6	27,2	11

ся сильно кислый торф, имело место даже некоторое снижение урожая (опыты 4 и 5 за 1962 г.). Этот же торф, обработанный аммиаком и прокомпостированный с минеральными удобрениями, при внесении в почву в составе ТМАУ дает, как видно из данных 4 и 5 опытов, прибавку урожая, равную 4,3—5 ц с гектара.

Торфо-минеральные удобрения обладают высоким последствием. Например, ячмень, посеянный после картофеля, под который вносились ТМАУ, дает на 4,5—4,7 ц/га больший урожай, чем от последствия эквивалентного количества полных минеральных удобрений.

Более скромные прибавки урожая ТМАУ по сравнению с НРК по двум опытам 1965 г. объясняются тем, что под уравнивательные посева двух предыдущих лет на этих участках вносились ТМАУ. Так как эти удобрения обладают высоким последствием, плодородие почвы и урожайность последующих культур возрастает, разница между прибавками по ТМАУ и НРК нивелируется.

Средние прибавки урожая за 5 лет по ТМАУ в сравнении с НРК составляют по зерновым 2,5—3 ц/га, по картофелю — 35—30 ц/га. ТМАУ также обеспечивают высокую прибавку урожая сахарной свеклы и кукурузы. Экономические расчеты показывают, что при дальности вывозки удобрений 5 км, каждый гектар посевов картофеля по ТМАУ дает на 178 руб. большую прибавку, чем эквивалентное количество минеральных удобрений. При увеличении дальности вывозки удобрений до 25 км ТМАУ дают также более высокую прибыль, чем НРК. Несколько ниже экономичность ТМАУ по сравнению с минеральными удобрениями при применении их под зерновые культуры, что объясняется более низкими закупочными ценами на зерно. Но и в этом случае, если учесть прибавку зерновых от последствия ТМАУ, их экономический эффект выше минеральных удобрений.

Как показали наши исследования, эффективность ТМАУ во многом определяется высокой подвижностью содержащихся в них элементов минерального питания. Данные опытов показывают, что в почвах после внесения ТМАУ подвижность питательных веществ выше по сравнению с почвами, в которые вносятся минеральные удобрения в чистом виде: по фосфору в 1,2, по азоту в 2,2, а по калию в 7,3 раза. К тому же после внесения ТМАУ влагоемкость почв повышается примерно на 25%. Этими данными объясняются причины устойчивой эффективности ТМАУ как при благоприятных, так и неблагоприятных климатических условиях, особенно в засушливые годы. Прежде всего такие удобрения способствуют значительному улучшению водно-физических свойств почв. С другой стороны, высокая подвижность питательных веществ обеспечивает постоянное наличие (даже при недостатке влажности в почве) полного минерального питания в зоне развития корневой системы растений.

Многолетними исследованиями института определенно подтверждается, что для производства ТМАУ пригодны все виды торфа низинного, переходного, верхового типов средней и высокой степени разложения. При этом эффективность удобрений, приготовленных на верховом торфе, не уступает действию удобрений, приготовленных на низинном торфе. В некоторых отношениях верховой торф имеет преимущество перед низинным. Он в два раза с половиной больше поглощает аммиака и будучи более кислым способствует в большей мере переводу фосфатов кальция фосфоритной муки в подвижные соединения фосфорной кислоты. В результате этого дешевая фосфоритная мука в составе ТМАУ по своему действию не уступает более дорогостоящему фосфату. Высокая поглощательная способность верхового торфа позволяет приготавливать на его основе удобрения с повышенным в 1,5—2 раза содержанием аммиака. К тому же удобрения на верховом торфе имеют

значительно меньшие потери аммиака при производстве и особенно при использовании.

Проведенные в этой части исследования показывают, что при рас­се­ве удобрений по поверхности почвы с подсыханием торфа происходят потери аммиака, находящегося в водном растворе. Такого аммиака, как установлено, может содержаться в ТМАУ до 30% от общего поглощенного его количества. Через пять часов после разбрасывания ТМАУ, приготовленных на верховом торфе, они могут потерять до 6—7% аммиака, в то время как ТМАУ, в состав которых входит низинный торф, теряют аммиака в 2—3 раза больше. В связи с этим при вне­се­нии ТМАУ в почву их необходимо без промедления заделывать дис­ко­выми боронами или другими орудиями на глубину 8—12 см. К сожа­ле­нию, на практике этим часто пренебрегают, что приводит к большим потерям аммиака и резкому снижению эффективности удобрений.

Эффективность ТМАУ во многом зависит от сроков и времени их хранения. При хранении ТМАУ в осенне-зимний период (с октября по февраль — март) потери аммиака незначительны — 2—5%, а в весенне-летние периоды они увеличиваются до 13—18%. При этом кислотность среды удобрений постепенно возрастает. Поэтому ТМАУ зимней заготовки, которые хранились на протяжении весны, необходимо в первую очередь использовать под посев ранних зерновых, сахарной свеклы, раннего картофеля и других культур. Удобрения, которые изготавливаются весной, желательно использовать под кукурузу, более поздние культуры и картофель, а изготовленные в летнее время — под посев озимых. ТМАУ осенней заготовки можно оставлять на хранение для использования весной следующего года.

Таким образом, при условии производства ТМАУ в соответствии с техническими требованиями к ним и при соблюдении агрохимических норм их хранения и использования они являются высокоэффективными, экономически выгодными удобрениями. Однако иногда в вопросах оценки эффективности ТМАУ, как органо-минеральных удобрений, встречаются противоречивые суждения. Основной причиной этого является не всегда доброкачественное производство таких удобрений. Допускаются значительные отклонения по однородности содержания минеральных компонентов в удобрениях и большие производственные потери аммиака. При использовании ТМАУ часто прибегают к неоправданно дальним перевозкам, вызывающим удорожание; неправильная и несвоевременная заделка их в почву, как отмечалось выше, приводит к дополнительным значительным потерям аммиака. Все это будет неизбежно снижать качество удобрений и их эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Христова. Физиологическая функция гуминовых кислот в процессах обмена веществ у высших растений. Сб. «Гуминовые удобрения, теория и практика их применения». Изд. ХГУ, 1957.
2. С. Гуминский. Механизм и условия физиологического действия гумусовых веществ на растительный организм. Почвоведение, № 12, 1957.
3. А. В. Тишкович. Теоретическое и технологическое обоснование производства торфо-минеральных удобрений. Сб. «Производство и применение удобрений на торфяной основе». Минск, 1963.
4. А. В. Тишкович и др. Производство и применение торфо-аммиачных удобрений. Промышленность Белоруссии, № 4, 1964.