

Биологическая активность торфяных почв в зависимости от способов основной обработки под посевами зерновых культур при органическом их выращивании

И. Т. Слюсар, доктор с.-х. наук, Л. В. Богатыр, кандидат с.-х. наук,

А. В. Езерковский, научный сотрудник

Национальный научный центр «Институт земледелия НААН», Украина

(Дата поступления статьи в редакцию 04.02.2017 г.)

На основании анализа полученных экспериментальных данных приведены результаты оценки влияния способов основной обработки на биологическую активность осушаемых торфяных почв Левобережной Лесостепи Украины. Установлено, что для сохранения плодородия и предотвращения деградации торфо-глеевых почв следует применять плантажную вспашку на 55 см и вносить органические удобрения (гумат калия + микроэлементы) при выращивании ржи озимой и гречихи. При этих технологических операциях урожайность ржи озимой составляла 4,77 и гречихи 3,13 т/га. Разложение льняного полотна при плантажной вспашке было на 17 % ниже, чем при дисковании на 8–10 см и вспашке на 25–27 см.

Введение

Негативным экологическим явлением на осушаемых землях является интенсивная сработка торфяников и деградация других видов почв гумидной зоны [1]. Одним из основных факторов регулирования микробиологической деятельности почв является основная обработка, которая непосредственно воздействует на физические и водные свойства почвы, влияет на характер и направление биологических процессов, регулирует синтез и деградацию органического вещества в ней.

Многими исследователями установлено, что внесение удобрений вызывает изменение состава микроорганизмов и влияет на минерализацию органического вещества, выявлено положительное действие фосфорных и калийных удобрений ($P_{60}K_{120}$) на жизнедеятельность микроорганизмов и интенсивность разложения органического вещества по сравнению с участками без внесения минеральных удобрений [2, 3].

Природоохранные мероприятия, обеспечивающие повышение плодородия осушаемых почв, должны обеспечивать высокий экономический эффект, поэтому изучение различных способов основной обработки осушаемых торфо-глеевых почв имеет важное значение не только для повышения плодородия почвы, но и для улучшения экологического состояния осушаемых территорий.

Регулирование процессов минерализации органо-генных почв возможно способом смешивания торфа с ценной для питания растений минеральной породой. Наиболее целесообразным и экологически безопасным является проведение на неглубоких торфяниках плантажной вспашки при оптимальном соотношении подстилающей породы с торфяным слоем [4, 5].

Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2013–2015 гг. в стационарном опыте, заложенном на осушаемых карбонатных торфо-глеевых почвах осушаемой поймы реки Супий на Панфильской опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН» (Яготинский район Киевской области). Для повышения плодородия неглубокого торфяника обогащали его минеральным подпочвенным компонентом (припахивание торфа), подстилающей минеральной породой на 8–10 см и 16–18 см плантажной вспашкой соответственно на 55 см и 65 см.

Results of the influence between ways of main cultivation on biological activity drained peat soils forest-steppe of Ukraine. It was found that to preserve fertility and prevent degradation of peat-gley soils should be applied plantage plowing to 55 cm and bring organic fertilizer (potassium humate + minerals) for growing winter rye and buckwheat. During these process steps the yield of winter rye was 4,77 and buckwheat 3,13 t/ha. Decomposition linen at plantage plowing was 17 % lower than in the disking at 8–10 cm and 25–27 cm plowing.

Торфяная почва опытного участка (мощностью 0,5–55 см) хорошо минерализованная, зольностью 60–65 %; содержание $CaCO_3$ – 20 %, валового азота – 1,5–1,7 %, фосфора – 1,0 %, калия – 0,15 %, почвенный раствор пахотного слоя составляет $pH_{\text{водной вытяжки}} = 7,4$. По ботаническому составу торф осоково-гипново-тростникового происхождения. Подстилающей минеральной породой является оглеенный легкий суглинок.

Исследования включали четыре способа обработки: плантажная вспашка на 65 см (припахивание торфяника минеральной породой на 16–18 см), плантажная вспашка на 55 см (припахивание 8–10 см), дискование на 8–10 см; вспашка на 25–27 см в трехкратном повторении. Каждый участок по обработке почвы делили на пять участков с разными удобрениями: без удобрений, гумисол, гумифилд, гумат калия + микроэлементы и $N_{45}P_{45}K_{120}$. Минеральные удобрения вносили однократно весной, органические удобрения – путем некорневой подкормки двукратно.

Гумисол – это жидкое органическое удобрение, полученное из биогумуса путем его переработки калифорнийским червяком по технологии, защищенной патентами Украины. Содержит гуминовые вещества, образующие хелатные соединения с рядом элементов, аминокислоты, витамины, природные фитогормоны, макро- и микроэлементы, агрономически полезную микрофлору.

Гумифилд – гуминовые кислоты из осажденных слюев мягкого бурого угля «Леонардит». В нем гуминовые кислоты находятся в высокой концентрации. Леонардит является органическим веществом, которое не достигло состояния угля (болото → торф → уголь) и отличается от мягкого бурого угля высокой степенью окисления, высоким содержанием гуминовых кислот и высших карбоксильных групп.

Гумат калия с микроэлементами является экстрактом сапропеля (природные органо-минеральные коллоидальные образования), обогащенного микро- и макроэлементами. Химический состав: гуминовые кислоты – 76 г/л, фульвовые кислоты – 6,9 г/л, азот – 100 г/л, фосфор – 50 г/л, калий – 120 г/л, кремний – 24 г/л, сера – 14 г/л, магний – 0,9 г/л, марганец – 0,9 г/л, медь – 0,6 г/л, кобальт – 0,3 г/л, молибден – 0,4 г/л, бор – 0,8 г/л.

Закладку опыта и его проведение осуществляли по методике В. А. Ушкаренко [8]. Уровни грунтовых вод замеряли в течение теплого периода вегетации через каж-

дые пять дней в водомерных колодцах в каждом варианте обработки почвы (апрель–октябрь). В условиях снижения или повышения уровня залегания грунтовых вод за пределы оптимальных показателей проводили спуск или подачу воды по каналам.

Биологическую активность почвы определяли методом аппликации льняной ткани, которую закладывали на глубину 0–10 и 10–30 см, по количественным показателям интенсивности ее разложения за месяц экспозиции. Дыхание почвы определяли по выделению CO₂ методом абсорбции по В. И. Штатнову [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты наблюдений за биологической активностью торфа свидетельствуют о том, что интенсивность прохождения микробиологических процессов под посевами ржи озимой и гречихи существенно зависит от способов основной обработки почвы и удобрения, а также меняет свою интенсивность в зависимости от погодных условий.

Проведенные исследования на протяжении 2013–2015 гг. показали, что они существенно отличались по температурному режиму и влагообеспеченности, которые значительно влияли на интенсивность микробиологической деятельности. В 2013 г. в весенний период (апрель–май) при выпадении около месячной нормы осадков – 28–42,3 мм уровень грунтовых вод составлял 66–87 см от поверхности почвы. Такие условия способствовали довольно медленному прохождению биологических процессов: разложение льняного полотна составляло 10–28 % в посевах ржи озимой и в посевах гречихи 28–56 %. В

2014 г. при атмосферных осадках 85 мм выше нормы и уровне грунтовых вод 53–68 см разложение целлюлозы снижалось в посевах гречихи на 3–5 % по сравнению с 2013 г. В апреле 2015 г. осадков выпало на 13 мм меньше нормы, май характеризовался несколько повышенными температурными показателями (больше на 1,9 °С от среднегодовых показателей), а атмосферных осадков выпало на 23 мм больше нормы. При этом грунтовые воды залегали на уровне 67–75 см от поверхности почвы. При этих условиях разложение льняного полотна было на уровне 13–42 % в посевах ржи озимой и 14–46 % – в посевах гречихи (таблица).

В летние месяцы 2013 г., в период интенсивного роста гречихи и в фазе налива зерна ржи озимой, при выпадении 61 мм осадков в июне и только 29 мм в июле, при уровнях грунтовых вод 112–156 см от поверхности почвы микробиологические процессы усиливались на 10–22 % по сравнению с весенним периодом. В летние месяцы 2014 г. наблюдали недостаток атмосферных осадков, когда выпало их меньше нормы на 30–47 мм, при этом уровни грунтовых вод находились на глубине 98–138 см от поверхности почвы. В этих условиях интенсивность разложения целлюлозы была на достаточно высоком уровне – 27–66 %.

Осенью 2013–2015 гг. в посевах ржи озимой в период всходов и наступления фазы кущения в условиях различного количества выпадения атмосферных осадков микробиологическая активность снижалась до 4–37 % по сравнению с летним периодом. Очевидно, это было связано с замедлением метаболических процессов микроорганизмов в связи с ухудшением условий их жизнедеятельно-

Интенсивность разложения льняного полотна под посевами ржи озимой и гречихи

Основная обработка	Удобрение	Интенсивность разложения, %														
		озимая рожь									гречиха					
		2013 г.			2014 г.			2015 г.			2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		апрель	июнь	сентябрь	апрель	июнь	сентябрь	апрель	июнь	сентябрь	май	август	май	август	май	август
Дискование на 8–10 см	без удобрений	12	30	14	14	30	16	30	24	19	38	49	34	48	24	50
	гумисол	14	28	16	18	32	18	34	27	21	40	51	37	50	26	52
	гумифилд	13	30	11	14	34	13	36	22	16	35	46	32	45	21	47
	гумат + микроэлементы	15	32	16	15	30	18	33	25	21	40	51	36	50	26	52
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	25	44	28	20	38	30	40	48	36	55	66	50	65	41	67
Вспашка на 25–27 см	без удобрений	15	32	12	25	36	14	35	25	17	36	47	33	46	22	48
	гумисол	20	34	14	32	35	16	35	30	19	38	49	35	48	24	50
	гумифилд	28	30	16	30	38	18	38	30	21	40	51	37	50	26	52
	гумат + микроэлементы	20	35	18	24	30	20	36	34	23	42	53	39	52	28	54
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	28	50	32	37	48	34	42	50	37	56	67	53	66	46	68
Плантажная вспашка 55 см	без удобрений	10	26	4	18	25	6	16	20	9	28	39	25	38	14	40
	гумисол	14	28	6	21	26	8	13	23	11	30	41	27	40	16	42
	гумифилд	15	26	6	24	22	8	10	20	11	30	41	27	40	16	42
	гумат + микроэлементы	14	30	9	23	27	11	16	22	14	33	43	30	43	19	45
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	18	38	16	25	36	18	22	34	21	40	50	37	50	26	52
Плантажная вспашка на 65 см	без удобрений	10	24	6	20	30	8	14	20	11	30	41	27	40	16	42
	гумисол	16	26	8	24	25	10	16	22	13	32	43	29	42	18	44
	гумифилд	14	29	9	26	28	11	18	22	14	33	44	30	43	19	45
	гумат + микроэлементы	14	25	11	23	27	13	18	26	16	35	45	32	45	21	47
	N ₄₅ P ₄₅ K ₁₂₀	20	32	20	29	33	22	24	38	25	44	55	39	54	30	56
НСР ₀₅		2	2	3	1	4	5	2	2	4	2	2	2	5	2	5

сти. Прежде всего это касается снижения среднесуточных температур, аэрации почвы, повышения влажности корнеобитаемого слоя почвы.

Существенное влияние на прохождение биологических процессов в почве под посевами ржи озимой и гречихи имело проведение основной обработки почвы и внесение минеральных удобрений, которые способствовали повышению разложения льняного полотна больше чем в 1,5–2 раза. Выявлено, что наиболее интенсивное разложение льняного полотна в посевах исследуемых культур наблюдали на органогенной почве при внесении

$N_{45}P_{45}K_{120}$ и при применении поверхностной обработки и вспашки на 25–27 см – 28–68 %. Выращивание ржи озимой и гречихи по последствию плантажной вспашки на глубину 55 см с припахиванием к торфу подстилающей минеральной породы 8–10 см способствовало снижению интенсивности разложения льняного полотна до 16–52 %. При применении органических препаратов получили незначительное повышение разложения льняного полотна по сравнению с участками без их внесения.

Исследованиями также установлено, что разложение целлюлозы усиливается на 18 % при выращивании гречи-

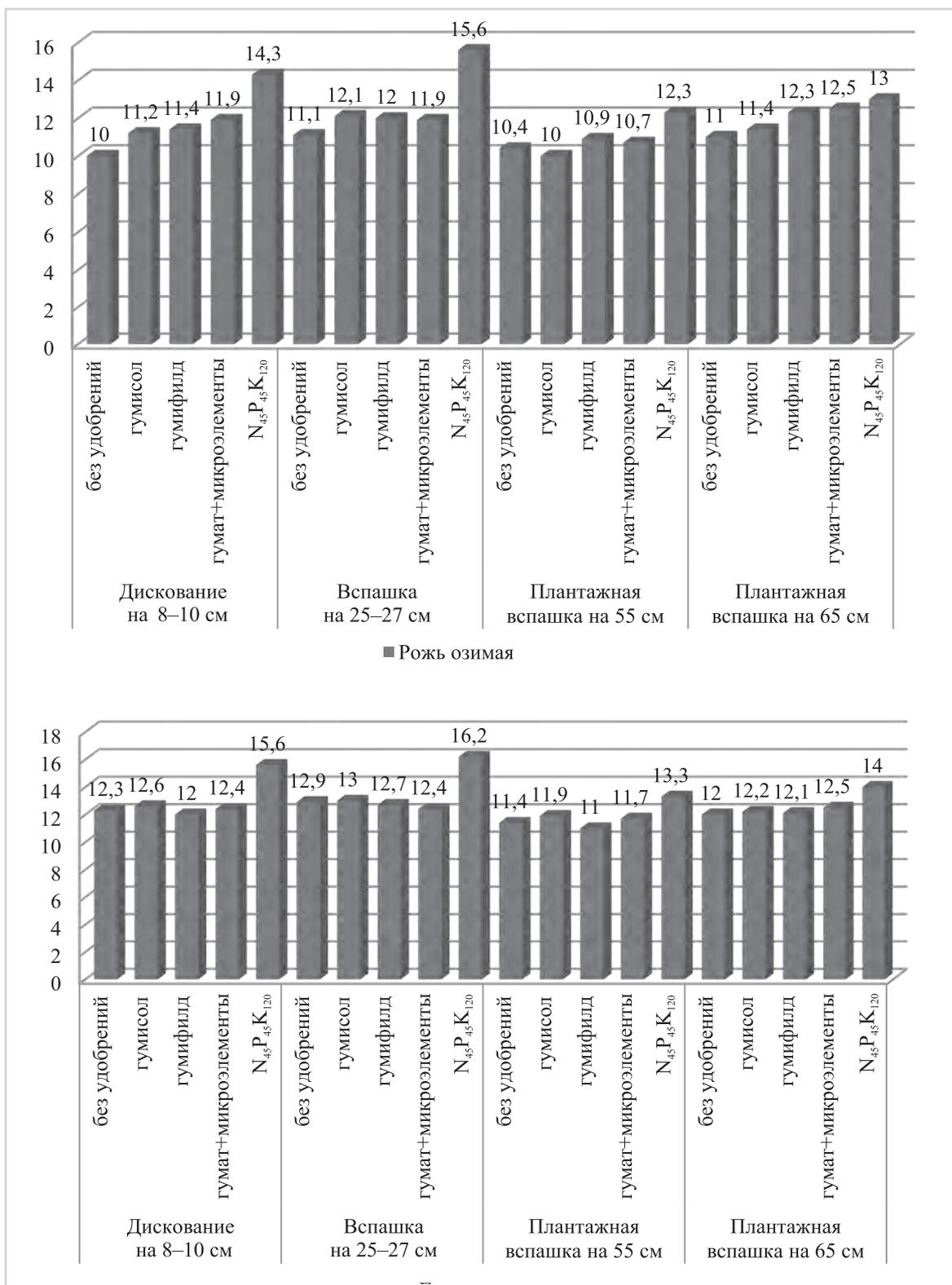


Рисунок 1 – Выделение CO₂ из почвы, кг/га за 1 час (среднее, 2013–2015 гг.)

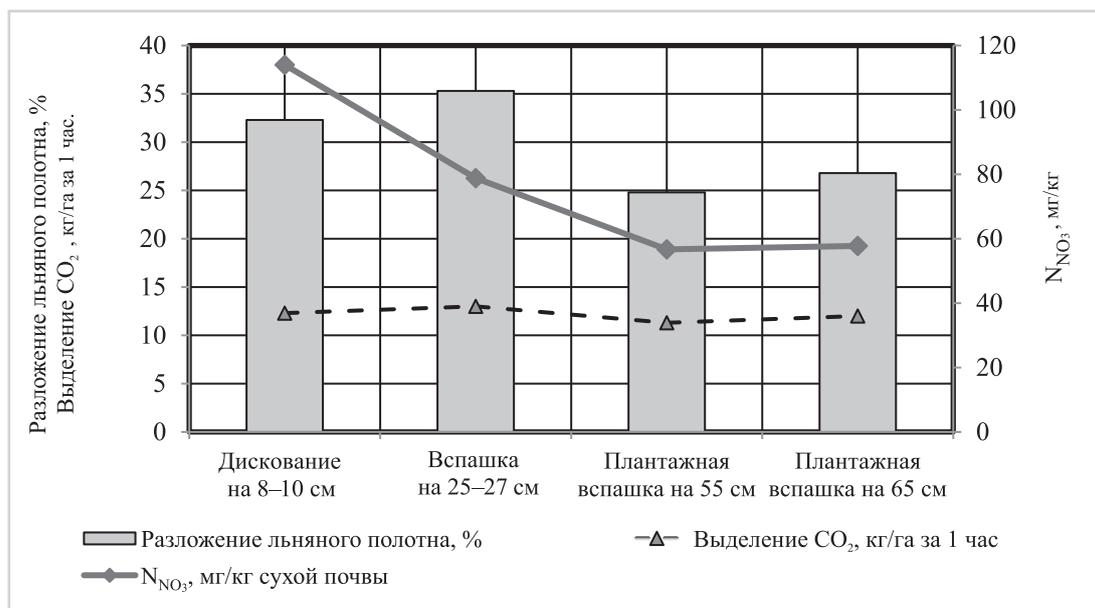


Рисунок 2 – Влияние основной обработки на минерализационные процессы торфяника (среднее, 2013–2015 гг.)

хи по сравнению с участками, где выращивали рожь озимую, что обусловлено технологическими особенностями выращивания исследуемых культур.

Интегральным показателем биологической активности почвы является интенсивность выделения углекислого газа, которая указывает на «дыхание» почвы и тем самым показывает процесс минерализации органического вещества. Интенсивность выделения CO₂ коррелируется с показателями разложения целлюлозы [9, 10].

В результате исследований выявлено, что под посевами ржи озимой и гречихи показатель выделения CO₂ был на уровне 10,0–16,2 кг/га за 1 час. При применении вспашки на 25–27 см получили несколько большие показатели выделения углекислого газа – 11,1–16,2 кг/га за 1 час, при использовании последствия плантажной вспашки на 55 см, как основной обработки, получили на 13 % ниже показатели выделения CO₂ из почвы, что связано с затуханием минерализационных процессов. При внесении N₄₅P₄₅K₁₂₀ выделение CO₂ усиливалось на 20 % по сравнению с участками без внесения удобрений (рисунок 1).

Сопоставляя полученные данные по выделению CO₂ из почвы с показателями питательного режима, можно отметить, что между ними существует тесная взаимосвязь, а именно, количество подвижного азота в почве зависит от интенсивности минерализации органического вещества. Последняя в свою очередь в основном зависела от биологической активности: чем больше биологическая активность почвы, тем больше минерализуется органического вещества и появляются доступные для растений минеральные формы азотных соединений, и наоборот.

Так, при дисковании на 8–10 см получили разложение льняного полотна на высоком уровне – 32,3 %, выделение CO₂ из почвы составляло 12,3 кг/га за 1 час, и, как следствие, накопление нитратного азота было 114 мг/кг сухой почвы в среднем за период вегетации ржи озимой и гречихи. В вариантах с последствием плантажной вспашки наблюдали затухание процессов разрушения целлюлозы до 25 %, и выделение углекислого газа было на уровне 11,5 кг/га за 1 час, что обуславливало снижение накопления нитратного азота до 57 мг/кг сухой почвы (рисунок 2).

Выводы

Большое значение в регулировании биологической активности торфяной почвы принадлежит способу основ-

ной обработки. Так, по дискованию на 8–10 см и вспашке на 25–27 см наблюдали более высокие показатели разложения льняного полотна (11–68 %), а при выращивании исследуемых культур на участках с последствием плантажной вспашки получили снижение этого показателя на 17 % соответственно. За вегетационный период исследуемых культур было отмечено, что с повышением температуры воздуха и опусканием уровня грунтовых вод в летние месяцы степень разрушения целлюлозы достигала максимальных показателей, к концу вегетации наблюдали затухание минерализационных процессов. Также достаточно интенсивно проходил процесс минерализации, где вносили минеральные удобрения, по сравнению с участками без удобрений и с внесением органических удобрений.

Для сохранения высокого плодородия и предотвращения деградации торфяно-глеевых почв следует применять плантажную вспашку на 55 см и вносить органические удобрения (гумат калия + микроэлементы) при выращивании ржи озимой и гречихи. Такие технологические операции обеспечивали получение урожайности ржи озимой 4,77 и гречихи – 3,13 т/га.

Литература

1. Богатир, Л. В. Вплив основної обробки ґрунту та добрив на біологічну активність осушуваних органогенних ґрунтів під посівами кукурудзи / Л. В. Богатир // 36. наук. праць Уманського національного університету садівництва. – Умань: УНУС, 2015. – Вип.87. – С. 111–118.
2. Белковский, В. И. Плодородие и использование торфяных почв / В. И. Белковский, В. М. Горшко. – Минск: Ураджай, 1991. – 295 с.
3. Лыко, Д. В. Проблемы и пути окультуривания мелиорируемых земель Польсы УССР / Д. В. Лыко. – Киев, 1990. – 163 с.
4. Сербенюк, В. О. Вплив способів обробки та добрив на мінералізацію органічної речовини торфу / В. О. Сербенюк // 36. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – К.: Едельвейс, 2011. – Вип. 4. – С. 9–14.
5. Price, J. S. Role and character of seasonal peat soil deformation on the hydrology of undisturbed and cutover peatlands, Water Resour. Res., 39(9), 1241, doi:10.1029/2002WR001302, 2003.
6. Мишустин, Е. Н. Прикладные методы почвенной микробиологии / Е. Н. Мишустин, И. С. Востров // Микробиологические исследования почв. – К.: Урожай, 1971. – С. 3–12.
7. Дементьева, Т. В. Физикохимия и биология торфа. Руководство по методам изучения трансформации органического вещества торфов: методическое пособие / Т. В. Дементьева, О. Ю. Богданова, Н. А. Шинкева. – Томск: Томский ЦНТИ, 2011. – 68 с.
8. Статистичний аналіз результатів польових досліджень у землеробстві: Монографія / В. О. Ушкаренко [та інш.]. – Херсон: Айлант, 2013. – 378 с.
9. Макаров, Б. Н. Дыхание почвы и состав почвенного воздуха на осушенных торфяно-болотных почвах / Б. Н. Макаров, В. Б. Мацкевич // Почвоведение. – М., 1960. – № 2. – С. 56–62.
10. Ревут, И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 309 с.