

most solving the problems of conservation and expanded soil fertility recovery as well as pasture yield increase. On the basis of field crop rotations, resource saving technologies of agricultural crop cultivation have been developed.

УДК 631.51:631.8:633.11

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

О.И. Качмар¹, О.В. Вавринович¹, В.Я. Иванюк¹, О.В. Мамчур²,

кандидаты с.-х. наук

¹*Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН Украины,*

²*Львовский национальный университет имени Ивана Франко*

(Поступила 19.09.2014 г.)

Аннотация. Сообщаются результаты влияния систем основной обработки почвы и уровней удобрения на изменения ее микробиологических свойств, динамику водорастворимой и лабильной составляющей органического вещества и формирование группового состава гумуса в посевах пшеницы озимой в условиях пятипольного севооборота.

Введение. Обоснование зональных моделей высокопроизводительного природоохранного функционирования основных звеньев земледелия, в частности, внедрение высокопродуктивных севооборотов, систем обработки почвы, новых принципов применения удобрений, защиты растений имеет чрезвычайно важное значение для оптимизации сельскохозяйственного производства в Карпатском регионе, а также наряду с получением высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в хозяйствах различных организационно-правовых форм обеспечивает сохранение и восстановление плодородия почв и экологическое равновесие в агроландшафтах.

Плодородие почвы формируется под воздействием сложного комплекса природных и антропогенных факторов, ведущая роль среди которых принадлежит биохимической деятельности микроорганизмов. Почвенная микрофлора принимает участие в формировании и регулировании практически всех агрономически ценных свойств почв, в т.ч.

и такой важной в условиях современного земледелия, как микробная трансформация органического вещества и, прежде всего, процессы синтеза и минерализации гумуса [1-8].

Методика проведения исследований. Исследования проводили в длительном трехфакторном опыте лаборатории земледелия и восстановления плодородия почв Института сельского хозяйства Карпатского региона Национальной академии аграрных наук Украины, занесенном в Реестр длительных стационарных полевых опытов Украины (№ аттестата 054), заложенном на серой лесной поверхностно оглеенной крупнопылевато легкосуглинистой почве. Варианты первого порядка – системы обработки почвы, второго – типы севооборотов, третьего – системы удобрения.

Репрезентативным объектом изучения выступал модельный полигон озимой пшеницы, третьей культуры зернового севооборота со следующим чередованием культур: 1) рожь озимая + вика (на зеленый корм), поукосные (вико-овес с подсевом клевера лугового); 2) клевер; 3) озимая пшеница; 4) пшеница яровая; 5) вико-овес на зерно.

Исследовали четыре системы основной обработки почвы: отвальную (под все культуры севооборота – вспашка 20-22 см), дифференцированную (под озимую рожь – вспашка на 25-27 см, озимую пшеницу – дискование на 14-16 см, яровую пшеницу – вспашка на 14-16 см, вико-овес – дискование на 14-16 см), ресурсосберегающую (под озимую рожь – чизельная обработка на 28-30 см, озимую пшеницу – вспашка на 14-16 см, яровую пшеницу – вспашка на 20-22 см, вико-овес – дискование на 10-12 см), комбинированную (под озимую рожь – чизельная обработка на 28-30 см, озимую пшеницу – вспашка на 20-22 см, яровую пшеницу – дискование на 10-12 см, вико-овес – дискование на 10-12 см) при трех уровнях минерального питания – $N_{22}P_{15}K_{15}$, $N_{45}P_{30}K_{30}$, $N_{90}P_{60}K_{60}$.

Под пшеницу озимую согласно схемы опыта в отвальной и комбинированной системах обработки почвы проводили одинаковую технологическую операцию – вспашку на 20-22 см. В этих вариантах получили очень близкие значения всех исследуемых факторов, поэтому в статье представлены их усредненные показатели. Вспашку проводили плугом ПН-4-40, чизельную обработку (под предшественники озимой пшеницы) – чизелем КЧ-2,5, предпосевную обработку почвы – культиватором КПС-4 в агрегате с тяжелыми боронами, предпосевное прикатывание – катками ЗКК-6.

Содержание общего гумуса определяли по Тюрину, групповой состав гумуса – по Кононовой-Бельчиковой, численность микроорганизмов различных групп определяли методом высева почвенной суспензии на стандартные питательные среды. Для оценки общей численности аммо-

нификаторов использовали мясо-пептонный агар (КАА). Бактерии, которые ассимилируют минеральные соединения азота и актиномицеты, выращивали на крахмало-аммиачном агаре (МПА). В результате сопоставления КАА/МПА получали условный коэффициент минерализации-иммобилизации. Показатель напряженности минерализационных процессов рассчитывали по Е.М. Мишустину, активность полифенолоксидазы и пероксидазы определяли по Ф.Х. Хазиеву.

Результаты и их обсуждение. Анализ влияния систем основной обработки почвы и удобрения на биологическую активность почвы в короткоротационном севообороте под озимой пшеницей после клевера лугового показал значительно большее влияние уровней удобрения, чем систем обработки почвы, на численность микроорганизмов различных групп. Самое высокое количество нитрификаторов – микроорганизмов, которые ассимилируют минеральные формы азота, отмечено в вариантах применения $N_{90}P_{60}K_{60}$ – 2,09-2,27 в пахотном и 1,91-2,09 тыс. шт. на 1 г абсолютно сухой почвы – в подпахотном слоях почвы. При внесении $N_{45}P_{30}K_{30}$ этот показатель был на уровне 1,59-1,80 и 1,50-1,72 тыс. шт. соответственно. Разница по способам возделывания составляла 3,4-8,1% (таблица 1).

По данным многих исследователей индикатором синтетических процессов может выступать оценка общего количества актиномицетов [1-4] – бактерий, обладающих высокой активностью преобразования органических соединений почвы, способных разлагать соединения, недоступные другим микроорганизмам. Количество актиномицетов в пахотном слое было в пределах 605-750 тыс. шт. и увеличивалось с повышением уровней удобрения. При использовании от $N_{22}P_{15}K_{15}$ к $N_{90}P_{60}K_{60}$ в вариантах вспашки на 20-22 см оно возрастало от 605 до 709, вспашки на 14-16 см – соответственно от 644 до 721, дискования на 14-16 см – от 712 до 750 тыс. шт. Количество грибов по вариантам опыта в пахотных слоях различной глубины было на уровне 7,0-8,3 тыс. шт. и находилось в обратной зависимости к количеству актиномицетов (таблица 1).

Исследованиями установлено, что увеличение доз минеральных удобрений от $N_{22}P_{15}K_{15}$ к $N_{90}P_{60}K_{60}$ обеспечивало рост численности обеих групп микроорганизмов – КАА и МПА (таблица 1), однако вариабельность первой группы была значительно выше второй и преобладала во всех вариантах опыта. Коэффициент КАА/МПА был в пахотном слое в пределах 1,7-2,0 при дисковании, 1,8-2,1 – вспашке на 14-16 см и 1,9-2,2 – вспашке на 20-22 см. Таким образом, процессы минерализации органического вещества преобладали над его синтезом, что, видимо, объясняется тем, что в звене исследуемого севооборота отсутствовало внесение органических удобрений.

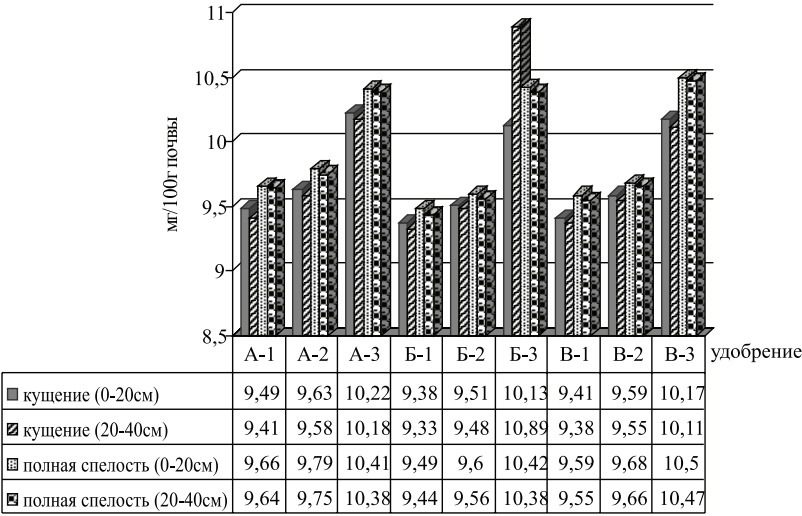
Таблица 1 – Влияние уровней удобрений и систем обработки почвы на микробиологическую активность почвы в посевах озимой пшеницы

Способ обработки почвы	Доза удоб- рения	Слой почвы, см	Активно- мицеты	Грибы		Нитри- фикато- ры	Бактерии		КАА/ МПА	Полифе- нолкси- даза		Перок- сидаза	ПФО/ ПО
				тыс. шт./1 г почвы	млн шт./1 г почвы		на КАА	на МПА		мг бензохинона			
Вспашка на 20-22 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	605	7,9	1,47		2,09	1,11	1,9	44	52	0,85	
		20-40	517	7,7	1,28		1,98	0,94	2,1	41	50	0,82	
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	666	8,0	1,59		2,54	1,21	2,1	49	57	0,86	
		20-40	549	7,9	1,50		2,42	1,09	2,2	43	51	0,84	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	709	8,3	2,09		2,83	1,27	2,2	52	57	0,91	
		20-40	583	8,1	1,91		2,70	1,14	2,4	46	52	0,88	
Дискова- ние на 14- 16 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	712	7,1	1,51		2,36	1,39	1,7	50	52	0,96	
		20-40	538	6,8	1,44		2,31	1,28	1,8	46	51	0,90	
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	729	7,2	1,79		2,63	1,46	1,8	53	55	0,96	
		20-40	568	7,0	1,63		2,52	1,31	1,9	47	50	0,94	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	750	7,5	2,27		2,94	1,51	1,9	52	54	0,96	
		20-40	601	7,3	2,09		2,98	1,46	2,0	48	50	0,96	
Вспашка на 14-16 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	644	7,3	1,49		2,23	1,21	1,8	45	51	0,88	
		20-40	519	7,0	1,39		2,15	1,11	1,9	40	50	0,80	
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	688	7,5	1,80		2,61	1,36	1,9	51	54	0,94	
		20-40	556	7,6	1,72		2,52	1,22	2,1	45	52	0,87	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	721	7,8	2,19		2,96	1,38	2,1	53	56	0,95	
		20-40	597	7,4	1,98		2,54	1,22	2,1	46	54	0,85	

Органическое вещество почвы пополнялось только за счет корневых и послеуборочных остатков. Подтверждением этого является анализ активности окислительно-восстановительных ферментов, в частности, таких как полифенолоксидаза (ПФО) и пероксидаза (ПО), которые имеют важное значение для синтетических процессов в почве, и, следовательно, для повышения ее плодородия. Между ними существует обратная связь, т.к. первая катализирует процессы разложения гумусных веществ, а вторая – их синтеза, что происходит одновременно, следовательно, количество гумуса в почве условно определяется их соотношением. В наших исследованиях коэффициент ПФО/ПО был максимальным при применении безотвальных операций и составлял 0,96 в пахотном и 0,90-0,96 – в подпахотном слоях. Замена безотвальных обработок вспашкой и увеличение ее глубины приводило к снижению его значений.

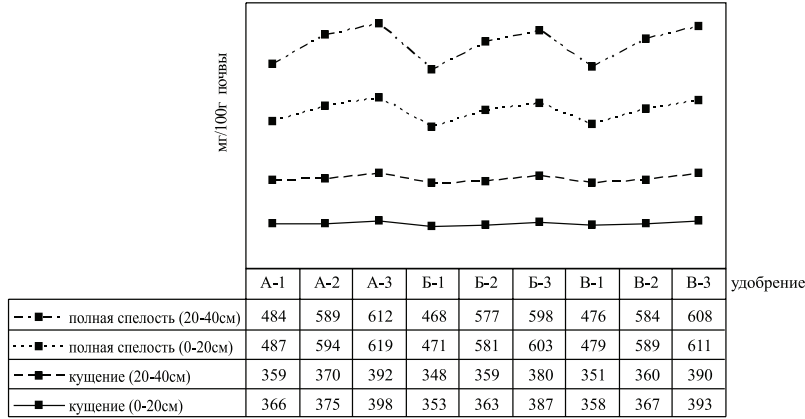
Интегральным показателем плодородия почвы является содержание в ней гумуса. Оптимальное гумусное состояние почв в значительной степени определяет их устойчивость к неблагоприятным факторам, обеспечивает стабильное плодородие и производительность [2, 5-8]. В связи с этим нами изучалась динамика содержания лабильных органических веществ, в частности, содержание водорастворимого и лабильного гумуса (рисунки 1, 2).

Водорастворимый гумус представлен в почве соединениями, которые образуются на промежуточных стадиях процессов минерализации и гумификации. Этот показатель может служить критерием оценки эффективного плодородия почв. В наших исследованиях установлена определенная вариабельность этого показателя в течение вегетационного периода пшеницы. В фазу кущения его значения в пахотном горизонте находились в пределах 9,38-9,49, в подпахотном – 9,33-9,41 мг/100 г почвы в вариантах с минимальным уровнем минерального питания. Повышение доз минеральных удобрений способствовало росту этого показателя и при внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$ обеспечивало его уровень по горизонтам 10,13-10,22 и 10,11-10,89 мг/100 г почвы соответственно. К концу вегетации культуры содержание водорастворимого гумуса повышалось и на высоких фонах удобрений в пахотном горизонте составляло 10,41-10,50 мг/100 г почвы. Вариабельность этого показателя в вариантах систем основной обработки почвы была небольшой: в фазе кущения при дисковании на 14-16 см содержание водорастворимого гумуса составляло в пахотном слое 9,38-10,13, в подпахотном – 9,33-10,89 мг/100 г почвы, при вспашке на 14-16 см – 9,41-10,17 и 9,38-10,11, при вспашке на 20-22 см – 9,49-10,22 и 9,41-10,18 мг/100 г почвы (рисунок 1).



А – вспашка на 20-22 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$;
Б – дискование на 14-16 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$;
В – вспашка на 14-16 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$

Рисунок 1 – Динамика изменения водорастворимых форм гумуса



А – вспашка на 20-22 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$;
Б – дискование на 14-16 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$;
В – вспашка на 14-16 см, 1 – $N_{22}P_{15}K_{15}^{15}$, 2 – $N_{45}P_{30}K_{30}^{30}$, 3 – $N_{90}P_{60}K_{60}^{60}$

Рисунок 2 – Динамика изменения лабильных форм гумуса

Кроме водорастворимых форм гумуса нами изучалась динамика изменений более обширной группы органических веществ, известной под названием «лабильный гумус». В эту группу входят как неспецифические, так и специфические гумусные соединения – наиболее «молодые» формы гумуса. Они слабо связаны с минеральной частью почвы, содержат повышенное количество азота (C:N не более 12), способны быстро трансформироваться и высвобождать питательные элементы для растений.

Установлено, что системы основной обработки почвы оказывали незначительное влияние на формирование лабильных форм гумуса. В наших исследованиях в период кушения в вариантах дискования на 14-16 см его показатели в пахотном слое составляли 353-387, в подпахотном – 348-380 мг/100 г почвы, в вариантах вспашки на глубину 14-16 см – 358-393 и 351-390 мг/100 г почвы, на 20-22 см – 366-398 и 359-392, при уборке – 471-603 и 468-598, 479-611 и 476-608, 487-619 и 484-619 мг/100 г почвы соответственно. Большее влияние на формирование лабильных форм гумуса проявляли уровни удобрения. При применении $N_{90}P_{60}K_{60}$ этот показатель изменялся в фазу кушения культуры в пределах 387-398 в пахотном и 380-392 мг/100 г в подпахотном слоях почвы, в фазу полной спелости – соответственно 603-619 и 598-612 мг/100 г почвы (рисунок 2).

При изучении влияния уровней удобрения и систем обработки почвы на динамику изменения группового и фракционного состава гумуса установлено, что системы обработки почвы не оказали значительного влияния на эти показатели. Существенное влияние оказывали удобрения (таблица 2). По вариантам опыта в пахотном слое сумма гуминовых кислот была в пределах 26,1-26,7 при применении $N_{22}P_{15}K_{15}$ и увеличивалась до 27,4-27,9, при внесении $N_{90}P_{60}K_{60}$ в подпахотном слое – 25,9-26,5 и 27,2-27,5%, фульвокислот – 35,9-36,8 и 35,7-36,6 на фонах $N_{22}P_{15}K_{15}$ и 36,9-37,8, 36,8-37,7 при $N_{90}P_{60}K_{60}$ соответственно. Органическая составляющая нерастворимого остатка при низких уровнях минерального питания составляла 37,1-37,4 и 37,4-37,8% для пахотного и подпахотного слоев почвы соответственно. Повышение доз минерального фона стабилизировало эти показатели на уровне 34,8-35,2 и 35,1-35,7% от общего состава (таблица 2).

Отношение СГК/СФК не имело широкого спектра изменения значений и не превышало единицы во всех вариантах опыта, что свидетельствует о преобладании процессов синтеза фульвокислот над гуминовыми (таблица 2). Гумус оставался фульватно-гуматного типа. Анализ фракционного состава показал преобладание в составе гуминовых и фульвокислот доли третьей фракции, связанной с устойчивыми полутормными окислами и глинистыми минералами.

Таблица 2 – Влияние уровней удобрений и систем обработки почвы на гумусное состояние почвы в посевах озимой пшеницы, % от общего содержания гумуса

Способ обработки почвы	Удобрение	Слой почвы, см	Гуминовые кислоты (СГК)				Фульвокислоты (СФК)				НЗ	СГК/СФК
			1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма	
Вспашка на 20-22 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	6,8	8,4	10,9	26,1	4,1	5,9	12,1	14,7	36,8	37,1
		20-40	6,5	8,4	11,0	25,9	4,0	5,7	12,3	14,6	36,6	37,5
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	7,0	8,5	11,2	26,7	4,3	6,2	11,8	14,9	37,2	36,1
		20-40	6,8	8,6	11,0	26,4	4,1	6,1	12,0	14,7	36,9	36,7
Дискование на 14-16 см	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	7,4	8,3	11,7	27,4	4,6	6,3	11,9	15,1	37,8	34,8
		20-40	7,2	8,5	11,5	27,2	4,4	6,1	12,2	15,0	37,7	35,1
	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	7,3	8,0	11,4	26,7	4,4	6,3	10,2	15,0	35,9	37,4
		20-40	7,1	8,1	11,3	26,5	4,3	6,2	10,4	14,8	35,7	37,8
Вспашка на 14-16 см	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	7,5	8,0	11,7	27,2	4,5	6,6	10,1	15,1	36,3	36,5
		20-40	7,4	8,7	11,5	27,6	4,2	6,5	10,4	15,0	36,1	36,3
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	7,7	8,2	12,0	27,9	4,7	6,9	10,0	15,3	36,9	35,2
		20-40	7,6	8,1	11,8	27,5	4,6	6,7	10,4	15,1	36,8	35,7
Вспашка на 14-16 см	N ₂₂ P ₁₅ K ₁₅	0-20	7,0	8,3	11,1	26,4	4,3	6,2	11,0	14,8	36,3	37,3
		20-40	6,9	8,5	10,9	26,3	4,1	6,0	11,4	14,8	36,3	37,4
	N ₄₅ P ₃₀ K ₃₀	0-20	7,3	8,2	11,4	26,9	4,4	6,4	11,0	15,0	36,8	36,3
		20-40	7,1	8,4	11,2	26,7	4,3	6,2	11,2	14,9	36,6	36,7
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	0-20	7,5	8,2	11,8	27,5	4,6	6,6	10,9	15,3	37,4	35,1
		20-40	7,4	8,3	11,6	27,3	4,5	6,5	11,1	15,1	37,2	35,5

Выводы

1. Системы основной обработки почвы оказывают влияние на формирование ее микробиологической активности. На фоне вспашки на 20-22 см количество нитрификаторов составляет в пахотном слое 1,47-2,09, актиномицетов – 605-709 тыс. шт., соотношение ПФО/ПО – 0,85-0,91; уменьшение глубины этой операции способствует увеличению этих показателей до уровня 1,49-2,19, 644-721, 0,88-0,95; замена отвальных на безотвальные технологии, проведенные на эту же глубину (дискование на 14-16 см) – до 1,51-2,27, 712-750, 0,96.

2. При применении отвальной и комбинированной систем обработки почвы в звене короткопольного севооборота под пшеницей озимой количество гуминовых кислот составляло в пахотном слое в зависимости от уровня удобрений 26,1-27,4, фульвокислот – 36,8-37,8%; ресурсосберегающей – 26,4-27,5 и 36,3-37,4%; дифференцированной – 26,7-27,9 и 35,9-36,9% соответственно.

3. Увеличение доз минеральных удобрений в условиях серой лесной поверхностно оглеенной почвы западной Лесостепи от $N_{22}P_{15}K_{15}$ до $N_{90}P_{60}K_{60}$ способствует повышению ее биологической активности, коэффициент КАА/МПА в пахотном слое почвы в варианте со вспашкой на 20-22 см возрастает с 1,9 до 2,2, соотношение ПФО/ПО – с 0,85 до 0,91, в подпахотном слое – соответственно с 2,1 до 2,4 и с 0,82 до 0,88.

4. Минеральные удобрения оказывают значительное влияние на гумусное состояние почвы. При применении $N_{90}P_{60}K_{60}$ содержание водорастворимого гумуса в период кушения пшеницы озимой находилось в пределах 10,13-10,22, лабильного – 387-398 мг/100 г почвы. Внесение повышенных доз минеральных удобрений улучшает качественный состав гумуса. Сумма гуминовых кислот в гумусе при применении $N_{90}P_{60}K_{60}$ возрастает с 26,1-26,7% (на варианте $N_{22}P_{15}K_{15}$) до 27,4-27,9%.

Литература

1. Туев, Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н.А. Туев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
2. Кононова, М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М.М. Кононова. – М.: Наука, 1963. – 315 с.
3. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы / Е.Н. Мишустин. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 246 с.
4. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 342 с.
5. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука, 1980. – 286 с.

6. Андреева, И.М. О процессах превращения водорастворимых гумусовых веществ / И.М. Андреева // Записки Ленинградского с.-х. института. – 1966. – Т. 1. – С. 30-37.
7. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.
8. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

FERTILITY FORMATION OF GREY FOREST SOILS UNDER THE INFLUENCE OF ARABLE FARMING BASIC ELEMENTS

O.I. Kachmar, O.V. Vavrynovych, V.Y. Ivanyuk, O.V. Mamchur

The results of the influence of primary tillage and fertilizer levels on the changes of soil microbiological properties, the dynamics of a water-soluble and labile compound of the organic matter and the formation of humus group composition in winter wheat crops under the conditions of a five-course rotation are presented.

УДК 633.111«321»:631[559+811]

УРОЖАЙНОСТЬ И ПОТРЕБЛЕНИЕ АЗОТА СОРТАМИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

И.И. Берестов, доктор с.-х. наук, **Е.Л. Долгова**, кандидат с.-х. наук,
Р.В. Мельников, Е.В. Лапутько, Т.П. Шемпель
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 25.09.2014 г.)

Аннотация. В статье изложены результаты исследований по изучению урожайности новых сортов яровой мягкой пшеницы (Ласка, Любава, Сударыня, Весточка, Ласточка, Чайка), а также поглощения и использования ими азота в зависимости от уровня азотного питания. Показано, что по урожайности зерна новые сорта не уступают или превосходят стандарт (сорт Рассвет), практически в одинаковых с ним количествах потребляют азот в период вегетации, но более рационально используют поглощенный азот на формирование урожайности зерна.