

УДК 631.41, 631.42

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ СМЕНЕ РЕЖИМА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ: «ЦЕЛИНА – ПАШНЯ – ЛЕСОПОЛОСА»

Заздравных Е.А.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород,
Россия*

E-mail: genn-86@yandex.ru

В проведенном исследовании изучена трансформация гумусного режима лугово-степных черноземов. Главными объектами исследования выступали автоморфные лугово-степные черноземы лесостепи Среднерусской возвышенности и их гумусовое состояние в целинных экосистемах, на пашнях и под полезащитными лесополосами, возникшими на месте пахотных угодий. На основании сравнительного анализа гумусного состояния были получены данные об изменении гумусного состояния в результате смены целины пашней и в последующем замещения пахотных угодий лесополосами. При изучении гумусного состояния почв анализировались следующий набор показателей: общее содержание гумуса (по методу Тюрина), запасы гумуса в пахотном слое, групповой состав гумуса (ускоренный пирофосфатный метод), коэффициент гумификации.

Ключевые слова: лесозащитные полосы, гумусное состояние почв, содержание и запасы гумуса.

ВВЕДЕНИЕ

Черноземы Центральной лесостепи подвергаются при распашке значительному антропогенному воздействию. В конце XIX начале XX веках распашка степей и вовлечение черноземов в сельскохозяйственное использование привело к их повсеместной деградации. Мощный антропогенный пресс многократно ускорил негативные трансформации пахотных земель основных сельскохозяйственных регионов России, одним из которых является Белгородская область [1, 10].

Гумусное состояние почв является одним из главных показателей плодородия, оказывающий прямое влияние на свойства почвы. Изменение содержания гумуса, его запасов, качественного состава в ту или иную сторону незамедлительно отражается на почвенных режимах и урожайности сельскохозяйственных культур [3]. Исследователями органического вещества черноземов установлено, что при распашке целинные черноземы теряют от 16-23% до 30-40% гумуса, если он не компенсируется внесением органических удобрений [2, 5, 6]. Установлено, что для покрытия потерь гумуса и обеспечения его бездефицитного баланса, большинство пахотных почв требует ежегодного внесения органических удобрений порядка 10-15 т/га, а подстилочного навоза 6-10 т/га [11].

В Белгородской области максимальный уровень внесения органики был зафиксирован в 1987 г. (5,8 т/га). За последние десять лет среднее внесение органических удобрений в области составляет чуть более 2 т/га [7].

Одним из основных способов, улучшающих плодородие лугово-степных черноземов (наряду с внесением оптимальных доз удобрений) являются лесозащитные полосы. Многочисленные исследования показывают, что лесные

полосы улучшают гумусное состояние черноземов. Увеличение содержания гумуса происходит не только непосредственно в почвах под лесополосой, но и на расстоянии от нее. Дальность влияния лесополос на рост гумуса в прилегающей к ней почве 25-30 – кратно высоте деревьев с наветренной и 5-10 – кратно с наветренной стороны лесополос [4, 5, 8].

В связи с этим целью данного исследования явилось изучение влияния лесозащитных насаждений на гумусное состояние лугово-степных черноземов. Под руководством д.г.н. Чендева Юрия Георгиевича коллективом сотрудников НИУ «БелГУ» проводятся на протяжении ряда лет исследования изменения во времени черноземов Центральной лесостепи под действием агрогенеза.

1. ОБЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Главными объектами исследования выступали автоморфные лугово-степные черноземы лесостепи Среднерусской возвышенности и их гумусовое состояние в целинных экосистемах, на пашнях и под лесозащитными лесополосами, возникшими на месте пахотных угодий. Исследование почв производилось путем заложения разрезов и бурения почвенных скважин на ключевых участках. Схема мест описания почвенных профилей на каждом ключевом участке исследования представлена на рис. 1. При выборе ключевых участков руководствовались следующими обязательными требованиями: 1) участки должны находиться в разных климатических условиях лесостепи Среднерусской возвышенности; 2) в геоморфологическом отношении участки должны соответствовать абсолютно ровным водоразделам; 3) на всех участках в пределах ареала одной естественной почвенной разности в непосредственной близости друг от друга, должны находиться угодья трех видов: целинная луговая степь, пашня, лесополоса.

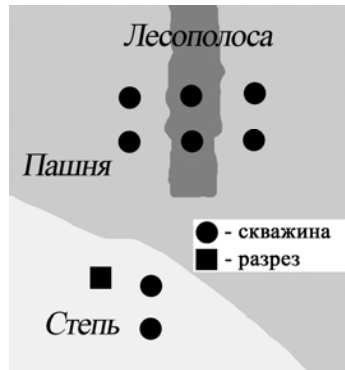


Рис. 1. Схема мест исследования строения почвенных профилей.

Таким образом, было выделено три ключевых участка: «Стрелецкая степь», «Ямская степь» и «Каменная степь». На основании сравнительного анализа гумусного состояния делались выводы об изменении гумусного режима в результате смены целины пашней и в последующем замещения пахотных угодий

лесополосами. При изучении гумусного состояния почв анализировались следующий набор показателей: общее содержание гумуса (по методу Тюрина [9]), запасы гумуса в пахотном слое, групповой состав гумуса (ускоренный пирофосфатный метод [9]), коэффициент гумификации. Согласно результатам исследования истории хозяйственного освоения территории, на участках «Стрелецкая степь» и «Ямская степь» возраст распашки почв на полях, примыкающих к лесополосам, составляет около 140 лет, а на участке «Каменная степь» - 140-150 лет.

2. СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ИЗУЧЕННЫХ ПОЧВАХ

Результаты исследования профильного содержания и распределения гумуса в изученных черноземах представлены в таблице 1 и на рис. 2.

Таблица 1

Результаты анализа содержания гумуса в слоях 0–15, 15–30 по всем ключевым участкам

Угодье	Слой, см	n	$X \pm \delta_x$, %	δ^2	δ	V, %
Целина	0-15	3	$8,44 \pm 0,82$	2,00	1,42	16,77
	15-30	3	$6,34 \pm 0,30$	0,27	0,52	8,26
Лесополоса	0-15	3	$7,99 \pm 0,94$	2,64	1,63	20,33
	15-30	3	$6,75 \pm 0,68$	1,38	1,18	17,42
Пашня	0-15	6	$6,01 \pm 0,32$	0,60	0,78	12,92
	15-30	6	$5,76 \pm 0,32$	0,61	0,78	13,6

Из рис. 2 видно, что для всех угодий ключевых участков характерен аккумулятивный тип гумусового профиля, характеризующийся максимальным накоплением гумуса в верхнем горизонте. По характеру убывания гумуса на графиках можно выделить следующие подтипы. Для целинных участков характерен равномерно-аккумулятивный подтип. Это связано с глубоко проникающей корневой системой лугово-степной растительности, приводящей к формированию мощного гумусового профиля. Для пашен отмечается прогрессивно-аккумулятивный подтип. Его развитие связано с появлением гомогенного пахотного слоя. В лесополосах, возникших на месте пашен, также как и на целине прослеживается равномерно-аккумулятивный тип гумуса, но с более плавным убыванием гумуса с глубиной. Это объясняется мощным действием корневой системы древесной растительности. На пашнях всех ключевых участков отмечается снижение содержания гумуса в верхних горизонтах по сравнению с целинными почвами. На пашнях ключевых участков Ямская степь и «Стрелецкая степь» агрогенная дегумификация распространилась до глубины 60-65 см, а на пашне участка «Каменная степь» - затронула весь почвенный профиль. Это можно

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ СМЕНЕ РЕЖИМА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ...

объяснить тем, что последний участок располагался в более континентальных условиях лесостепи, где минерализация органического вещества, усиленная распашкой, протекает более активно.

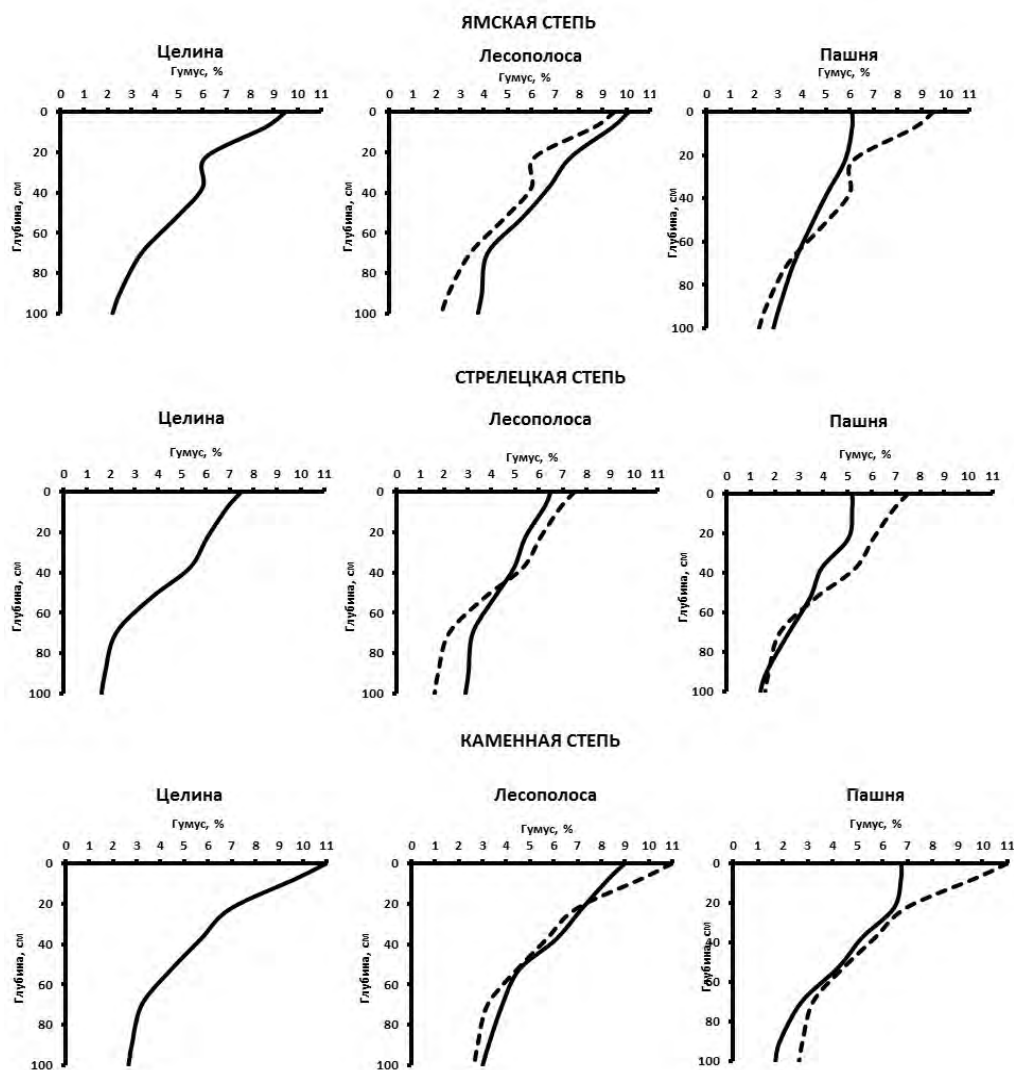


Рис. 2. Распределение содержания гумуса в профилях изученных почв (пунктиром изображено распределение показателя в целинных черноземах).

Под целиной и лесополосой содержание гумуса в слоях 0–15, 15–30 оценивается высоким, под пашней – средним. Таким образом, распашка привела изменению содержания гумуса в верхнем пахотном слое 0–30 см на одну градацию в сторону уменьшения. Последующее создание защитных лесополос на месте

пашни привело к росту содержания гумуса на одну градацию (с средней до высокой). Наиболее активно минерализация затронула верхний слой 0–15 см. Если принять среднее время земледельческого освоения в 142 года, то содержание гумуса снизилось в слое 0–15 см на 2,43%, т.е. уменьшение за время освоения происходило со скоростью 0,017% в год. В слое 15–30 см содержание гумуса изменялось более медленными темпами – на 0,58% (0,004% в год). Это можно объяснить тем, что верхний слой обогащен лабильными фракциями органического вещества, которые быстрее всего подвергаются деструкции.

Влияние лесных полос на изменение содержания гумуса можно оценить следующим образом. До создания лесополос возраст пашни оценивался в 80 лет и содержание гумуса составляло в слое 0–15 см 7,08 % (8,44% - 0,017% * 80 лет), в слое 15–30 см – 6,02% (6,34 – 0,004% * 80 лет). За время существования защитных лесополос содержание гумуса увеличилось в слое 0–15 см на 0,91%, в слое 15–30 см – на 0,73%. Таким образом, после создания лесополос окружающая пашня потеряла в слоях 0–15 см и 15–30 см 1,36% и 0,32% гумуса соответственно, в то время как лесополосы увеличили содержание гумуса в этих же слоях.

Анализ корреляционной связи между содержанием гумуса(х) и гигроскопической влаги (у) показывает, что смена режима землепользования приводит к изменению тесноты связи. Наибольшая связь характерна для целинных почв ($r=0,92-0,99$). В пахотных почвах наблюдается снижение тесноты связи ($r=0,62-0,82$). Это связано с тем, что при распашке черноземов меняются условия гидротермические условия. Создание лесополос увеличивает коэффициент корреляции между содержанием гумуса и гигроскопической влагой ($r=0,82-0,91$). Это говорит о том, что под защитными лесополосами происходит улучшение гидротермических условий.

3. ЗАПАСЫ ГУМУСА В ИЗУЧЕННЫХ ПОЧВАХ

Результаты влияния защитных лесополос на запасы гумуса в слоях 0-15 см, 15-30 см и 0-30 см представлены в таблице 2.

Таблица 2
Запасы гумуса верхних слоев исследованных черноземов

Слой, см	Местоположение, угодье		
	Целина	Лесополоса	Пашня
Ямская степь			
1	2	3	4
0-15	69,33	93,32	67,35
15-30	50,36	80,33	61,87

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ СМЕНЕ РЕЖИМА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ...

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
0-30	119,69	173,65	129,22
Стрелецкая степь			
0-15	62,99	51,74	50,84
15-30	60,67	56,94	52,85
0-30	123,66	108,68	103,69
Каменная степь			
0-15	81,65	62,40	61,31
15-30	63,81	63,15	58,70
0-30	145,46	125,55	120,01
Средние значения по всем участкам			
0-15	71,32±5,48	69,15±12,47	59,83±3,52
15-30	58,28±4,06	66,81±6,99	57,81±2,75
0-30	129,60±8,01	135,96±19,47	117,64±5,78

За время сельскохозяйственного освоения произошло снижение запасов гумуса по сравнению с целиной. Дегумификация по трем участкам составила 11,96 т/га. Средняя скорость дегумификации слоя 0-30 см установлена на уровне 0,08 т/га в год. Из таблицы 2 видно, что под лесополосами произошло увеличение запасов гумуса в пахотном слое 0-30 см даже по сравнению с целинным участком (на 6,36 т/га). За период существования лесополос (55-57 лет) запасы гумуса увеличились по сравнению с пашней до их создания на 12, 76 т/га.

4. ГРУППОВОЙ СОСТАВ ИЗУЧЕННЫХ ПОЧВ

Результаты изучения группового состава верхней части профилей исследованных почв представлены в таблице 3. Содержание гуминовых кислот, фульвокислот и гумина рассчитаны в процентах к почве. Видно, что для верхних слоев всех угодий ключевых участков характерен гуматный тип гумуса (больше 2). Таким образом, верхние слои угодий обогащены гуминовыми кислотами. Под пашней происходит снижение гумусовых кислот (гуминовых и фульвокислот). Смена пашни защитной лесополосой приводит к росту как гуминовых кислот, так и фульвокислот. Таким образом, лесополосы обогащают верхние слои почвы водорастворимым и формами гумуса, которые в первую очередь используются сельскохозяйственными растениями в процессе питания.

Коэффициент гумификации на угодьях ключевых участков исследования черноземов колеблется от 26,2% до 35,3%, т.е. исследованные черноземы различных угодий характеризуются средней и высокой степенью гумификации органического вещества. Отмечен рост степени гумификации органического вещества в слое 15-30

см по сравнению с вышележащим слоем 0-15 см. Лесные полосы являются увеличивают резервы почвы в процессе гумификации органического вещества.

Таблица 3
Групповой состав гумуса в верхней части профилей исследованных почв

Слой, см	Угодье	С гумина, абс. % к почве	С гк, абс. % к почве	С фк, абс. % к почве	Сгк/Сфк
Ямская степь					
0-15	Целина	3,01	1,39	0,62	2,25
15-30		1,56	1,35	0,57	2,35
0-15	Пашня	2,17	0,98	0,37	2,64
15-30		1,96	1,01	0,40	2,53
0-15	Лесополоса	3,46	1,39	0,62	2,25
15-30		2,48	1,39	0,57	2,44
Стрелецкая степь					
0-15	Целина	2,26	1,25	0,50	2,51
15-30		1,99	1,10	0,42	2,61
0-15	Пашня	1,62	0,98	0,41	2,40
15-30		1,89	1,17	0,45	2,61
0-15	Лесополоса	1,95	1,20	0,47	2,54
15-30		1,64	1,11	0,40	2,77
Каменная степь					
0-15	Целина	3,74	1,40	0,50	2,79
15-30		2,21	1,34	0,47	2,84
0-15	Пашня	2,30	1,15	0,45	2,57
15-30		2,13	1,15	0,46	2,51
0-15	Лесополоса	2,86	1,44	0,52	2,75
15-30		2,27	1,39	0,50	2,79

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Защитные лесополосы улучшают гумусное состояние черноземов, находившихся до создания лесополос в пахотной стадии развития. В верхних слоях черноземов происходит рост содержания и запасов гумуса по сравнению с пашней. Лесные полосы изменяют влажность, температуру почвы и приземного слоя воздуха. Все это приводит к аккумуляции гумуса в почвах черноземов лесостепи наряду с улучшением его качества – увеличивается содержание гуминовых кислот. Защитные лесонасаждения значительно расширяют резервы почвы в процессе гумификации органического вещества.

Положительное влияние лесополос на содержание, запасы гумуса и его качество можно объяснить не только сменой климатических режимов почвообразования при замещении степной целины пашней, а пашни – лесополосой.

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЛУГОВО-СТЕПНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИ СМЕНЕ РЕЖИМА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ...

На улучшение гумусного состояния черноземов под лесополосой влияет еще и тот факт, что древесная растительность за счет значительно большей листовой массы поглощает на единицу площади в 3 раза больше углекислоты, чем травянистая.

Ежегодно депонирование углерода защитными насаждениями после выхода их на стационарный режим функционирования оценивается в среднем величиной 1,9 т/га [12]. Поэтому создание лесополос тесно связано с решением проблемы глобального потепления климата.

В комплексе мер по стабилизации и улучшению экологической обстановки, повышению продуктивности сельского хозяйства защитное лесоразведение является самым эффективным и долговременно действующим средством.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-05-92500-АФГИР-Э_а.

Список литературы

1. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования / А. Л. Черногоров, П. А. Чекмарев, И. И. Васнев, Г. Д. Гогмачадзе. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 268 с.
2. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л. А. Гришина. – М.: Издательство Московского университета, 1986. – 243 с.
3. Еремин Д. И. Изменение гумусного состояния при распашке целинного чернозема выщелоченного в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д. И. Еремин, В. Л. Телицин, Г. Д. Притчина // Достижение науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 17–19.
4. Ерусалимский В. И. Влияние лесомелиорации на микроклимат, плодородие почв и урожайность в условиях южной части Нечерноземья / В. И. Ерусалимский // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – Вып. 60. – 2007. – С. 75–81.
5. Кретинин В. М. Мониторинг плодородия почв биоценозов лесоагроландшафта лесостепи Среднерусской равнины / В. М. Кретинин // Вестник с/х науки. – 1991. – № 6. – С. 45–49.
6. Кузнецова И. В. Содержание и состав органического вещества черноземов и его роль в образовании водопропрочной структуры / И. В. Кузнецова // Почвоведение. – 1998. – № 1. – С. 41–50.
7. Лукин С. В. Агроэкологическое состояние и продуктивность почв Белгородской области / С. В. Лукин. – Белгород: Константа, 2011. – 302 с.
8. Небытов В. Г. Изменение свойств чернозема выщелоченного под влиянием сельскохозяйственного использования и защитного лесоразведения / В. Г. Небытов // Почвоведение. – 2005. – № 6. – С. 741–749.
9. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
10. Смагин А. В. Динамика черноземов: реконструкция развития и прогноз агродеградации / А. В. Смагин // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 3. – С. 31–38.
11. Чекмарев П. А. Опыт использования органических удобрений в Белгородской области / П. А. Чекмарев, В. Я. Родионов, С. В. Лукин // Достижение науки и техники АПК. – 2011. – № 2. – С. 3–5.
12. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (Аналитический обзор) / А. С. Исаева, Г. Н. Коровин В. И. Сухих и др. – М.: Центр экологической политики - 1995. – 156 с.

Заздравных Е.А. Изменение гумусного состояния лугово-степных черноземов при смене режима землепользования: «целина – пашня – лесополоса» / *Е.А. Заздравных* // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Географія. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 30–39.

У проведеному дослідженні вивчена трансформація гумусного режиму лучно-степових чорноземів. Головними об'єктами дослідження виступали автоморфні лучно-степові чорноземи лісостепу Середньоруської височини і їх гумусовий стан в цілих екосистемах, на ріллі і під полезахисними лісосмугами, що виникли на місці орних угідь. На підставі порівняльного аналізу гумусного стану були отримані дані про зміну гумусного стану в результаті зміни цілини ріллею і в подальшому заміщення орних угідь лісосмугами. При вивченні гумусного стану ґрунтів аналізувалися наступний набір показників: загальний вміст гумусу (за методом Тюріна), запаси гумусу в орному шарі, груповий склад гумусу (прискорений пирофосфатний метод), коефіцієнт гуміфікації.

Ключові слова: лісозахисні смуги, гумусний стан ґрунтів, вміст і запаси гумусу.

CHANGE OF THE HUMUS STATE OF MEADOW-STEPPE CHERNOZEMS

DURING LAND-USE REGULATIONS:

«VIRGIN LAND – ARABLE LAND – FOREST BELT»

Zazdravnykh E.A.

Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

E-mail: genn-86@yandex.ru

The black soil of Central forest-steppe has a great anthropogenic influence. In the late XIX - early twentieth centuries, the plowing of the steppes and the involvement of black soil in agricultural use has led to their widespread degradation. The powerful anthropogenic pressure repeatedly led to the negative transformation of arable land of the main agricultural regions of Russia, one of which is the Belgorod region [1, 10]. The humus soil condition can be one of the main indicators of fertility that has a direct effect on the properties of the soil. The change of humus content, the backlog and the qualitative composition has an immediate effect on the soil regimes and crop yields [3]. Researchers of the organic matter of black soil found that black soil lose by plowing virgin from 16-23% to 30-40% of humus, if it is not compensated by the application of organic fertilizers [2, 5, 6]. It was also found out that to cover the losses of humus and ensure its deficit-free balance sheet, most of the arable soils require an annual application of organic fertilizer to 10-15 t/ha, and solid manure 6-10 t/ha [7, 11]. One of the main ways to improve the fertility of meadow-steppe chernozems (along with the introduction of optimal doses of fertilizers) is windbreaks. Numerous studies show that shelterbelts improve humus state of black soil. Image humus occurs not only in the soil directly beneath the forest belt, but at a distance from it [4, 5, 8]. In this regard, the purpose of this study is to investigate the effect of plantations on forest protection humus state of meadow-steppe chernozems. The main objects of the study are automorphic meadow-steppe chernozem steppe Upland and humus state in virgin ecosystems on the land and under the shelter belts that have arisen on the site of the arable land. The study was carried out by soil burial sections and soil drilling wells. When selecting key we follow the main requirements: 1) the sites should be located in different climatic conditions, forest Upland, 2) geomorphology sites must conform absolutely flat watersheds, 3) at all sites within the range of a natural soil difference in close proximity to each other, should be three types of land: virgin meadow steppe, cropland, woodland belt. Thus, it has been allocated three key areas: "Streletskaya Step'", "Yamskaya Step'" and "Kamennaya Step'". A comparative analysis of humus status came to the conclusions about changes in humus status as a result of change of

virgin arable land and the subsequent replacement of arable land by forest belts. In the study of soil humus there is an analysis of the following set of indicators: total content of humus (by the method of Tyurin [9]), the reserves of humus in the plow layer, the group composition of humus (rapid pyrophosphate method [9]), the coefficient of humification.

Keywords: windbreaks, humus state of soils, humus content and resources.

References

1. Agro-ecological assessment and optimization of land use / A. L. Tchernogorov, P. A. Chekmaryov, II Vasenev, GD Gogmachadze. - Moscow: Moscow University Publishing House, 2012. - 268 p.
2. Grishina L. A/ Humification and humus soil condition / L. A. Grishina. - Moscow: Moscow University Publishing House, 1986. - 243 p.
3. Eremin D. I. Change of Humous State at Plowing the Virgin chernozem of Leached in the Conditions of A Forest-steppe zone of Zauralye / D. I. Eremin, V. L. Telitsyn, G. D. Pritchina // Scientific and technological agriculture. - 2012. - № 10. - P. 17-19.
4. Erusalimskiy V. I. Influence of forest reclamation on microclimate, soil fertility and crop yields in the southern part of the Black Earth / V. I. Erusalimskiy // Bulletin of Soil Institute. VV Dokuchaeva. - Issue. 60. - 2007. - P. 75-81.
5. Kretinin V. M. Monitoring soil fertility biotsenozov forest agricultural landscape of the Central Russian forest-steppe plain / V. M. Kretinin // Herald c / x science. - 1991. - № 6. - P. 45-49.
6. Kuznetsova I. V. The Content and Composition of Organic Matter in Chernozems and its Role in the Formation of Water-stable Structure / I. V. Kuznetsova // Soil Science. - 1998. - № 1. - P. 41-50.
7. Lukin S. V. Agroecology and productivity of the soils of the Belgorod region / S. V. Lukin. - Belgorod: Constant, 2011. - 302 p.
8. Nebytov V. G. Changing in the Properties of Leached Chernozem upon Its Agricultural Use and Field-Protective Afforestation / VG Nebitov // Soil Science. - 2005. - № 6. - P. 741-749.
9. Workshop on Soil / Ed. I.S. Kauricheva. - Moscow: Kolos, 1980. - 272 p.
10. Smagin A. V. Dynamics of chernozems: reconstruction and predictions of agrodegradation / A. V. Smagin // Problems of agricultural chemistry and ecology. - 2012. - № 3. - P. 31-38.
11. Chekmaryov P. A. Experience in the use of organic fertilizers in the Belgorod region / P. A. Chekmaryov, V. J. Rodionov, S.V. Lukin // Scientific and technological agriculture. - 2011. - № 2. - P. 3-5.

Поступила в редакцию 22.11.2013 г.