

A. A. Kazyuta

*Kharkov national agrarian university named after V. V. Dokuchaev
e-mail: pochvoved@i.ua*

ACTIVITY OF TYPICAL CHERNOZEM ON THE DESTRUCTION OF CELLULOSE

The work was devoted to the study of cellulolytic activity of typical chernozem in different ecosystems.

Based on a comparative study of the typical chernozem of natural ecosystems and agricultural ecosystems for the first time evaluated the biological activity in terms of activity for the destruction of the cellulose to a depth of 0.5 m.

The aim was to compare the activity of cellulose degradation of chernozem typical Southeastern forest-steppe of Ukraine, which is in terms of human and natural ecosystems.

The proposed indicators can be used for integrated assessment and environmental microbiological monitoring of soils of natural and anthropogenic ecosystems (agricultural ecosystems and the ecosystem of the artificial tree plantations).

During the field survey in June and July in 2014, the air temperature was observed more in comparison with long-term data in June – by 0,5°C, in July – 1,5°C. Rainfall in June was 156.0 mm. It is almost 2 times higher than the long-term performance for the month. In July, the amount of precipitation was equal to 48.9 mm, which is less than the sum of long-term indicators of precipitation of 21.8 mm. This greatly affected the ability of soil to break down cellulose.

Studies were conducted on a chernozem typical heavy loam on loess of southeastern forest-steppe of Ukraine, which is located within the Rohan research station of Kharkov national agrarian university named after V. V. Dokuchaev Kharkiv district, Kharkiv region, under the fallow, the forest belt and the arable land.

A samples of typical chernozem for research were selected layers, from every 10 cm to a depth of 0.5 m in arable land, fallow and the forest belt.

The activity of cellulose destruction of the soil was determined by the applicator method every 10 cm to 0.5 m in depth in the field and laboratory conditions. In the field of cellulose destruction activity was determined by the method Mishustina, Vostrova, Petrova (by the intensity of leaf decomposition). In the laboratory conditions - by intensity decomposition linen at 40%, 60% and 80% of field capacity of typical chernozem at constant temperature. We used sterile petri dish, which is directly conducted experiments and a thermostat to maintain a constant optimal temperature at 35°C. A assessing the activity of cellulose destruction was carried out in accordance with the scale of the intensity of cellulose destruction (by %).

The greatest degree of decomposition of linen during the field trials was recorded under the arable land according to the averaged data. Variants with

forest belt and fallow by this indicator hardly differed. With the depth of cellulose decomposition activity is greatly reduced. It recorded an increase in the degree of decomposition of linen in the 0–10 cm soil layer under forest belt in comparison to other options.

During laboratory testing, does not depend on soil moisture, these trends largely preserved. It was revealed the dependence of the degree of decomposition of linen from moisture. The greatest degree of decomposition was fixed at chernozem moisture up to 60 % of field capacity. The abrupt change of this index to decrease was recorded in the soil moisture up to 40 %, and the lowest degree of decomposition of the linen – has been fixed at 80 % of the chernozem moisture field capacity.

The direct medium, strong and very strong correlation intensity decomposition linen by soil moisture, nutrient status and the amount of the total humus content ($r = 0,5-1,0$), and this dependence is most strongly manifested during laboratory experiments.

Keywords: chernozem typical, cellulolytic activity, the degree of decomposition of linen, arable land, fallow, forest belt.

УДК 631.467.61:631.445.41

А. А. Казюта

Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева
e-mail: pochvoved@i.ua

ЦЕЛЮЛОЗОРАЗРУШАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ЧОРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО

Исследована целюлозоразрушающая активность чернозема типичного в разных экосистемах. Приведены данные относительно степени разложения льняного полотна в естественной среде и в лабораторных условиях при 40 %, 60 % и 80 % наименьшей влагоемкости почвы. Полученные данные проанализированы, как относительно глубины почвы, так и относительно экосистем.

По результатам исследований было установлено, что в черноземе типичном степень разрушения льняного полотна уменьшается с глубиной, а наивысшая степень разложения была зафиксирована под пашней. Установлена прямая средняя, сильная и очень сильная корреляционная зависимость интенсивности разложения льняного полотна от влажности почвы, содержания элементов питания и количества общего гумуса ($r=0,5-1,0$), причем наиболее сильно эта зависимость проявилась в лабораторных опытах. Оценивается целюлозоразрушающая активность на уровне слабой а в некоторых случаях – очень слабой.

Ключевые слова: чернозем типичный, целюлозоразрушающая активность, степень разложения льняного полотна, пашня, перелог, лесополоса.

А. О. Казюта

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
e-mail: pochvoved@i.ua

ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНА АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

Досліджено целюлозоруйнівну активність чорнозему типового в різних екосистемах. Наведено дані щодо ступеня розкладу лляного полотна у природному середовищі та лабораторних умовах при 40 %, 60 % і 80 % найменшої вологоємності ґрунту. Отримані дані проаналізовані, як щодо глибини ґрунту, так і щодо екосистем.

За результатами досліджень було встановлено, що у чорноземі типовому ступінь руйнування лляного полотна зменшується з глибиною, а найвищий ступінь розкладу було зафіксовано під ріллею. Установлено пряму середню, сильну та дуже сильну кореляційну залежність інтенсивності розкладу лляного полотна від вологості ґрунту, умісту елементів живлення та кількості загального гумусу ($r=0,5-1,0$). Причому найбільша ця залежність проявилася під час лабораторних дослідів. Оцінюється целюлозоруйнівна активність на рівні слабкої, а в деяких випадках – дуже слабкої.

Ключові слова: чорнозем типовий, целюлозоруйнівна активність, ступінь розкладу лляного полотна, рілля, переліг, лісосмуга.

Вступ. Біологічна активність ґрунту – сукупність біологічних процесів, які протікають у ґрунті. Вона є важливою складовою його родючості і містить чисельність мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп, їх біомаси та комплекс біологічних процесів синтезу і розкладу («дихання» ґрунту, розклад клітковини, ферментативна активність та ін.), у результаті яких складні сполуки перетворюються у форми, доступні для живлення рослин і мікроорганізмів (Аблаєва, Хасанова, Сафіулліна, 2011; Мишустин, 1972; Полонская, 2002; Лазарев, Абрашин, Гордеюк, 1997; Стахурлова, Свистова, Щеглов, 2007).

Важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу органічних речовин, які є у ґрунті – гумусу, речовин, що потрапляють у ґрунт з органічними добривами, рослинними й тваринними рештками та іншими речовинами. В усіх цих органічних речовинах клітковина (целюлоза) є основним джерелом енергії для всього життя ґрунту. Тому біологічну активність ґрунту можна оцінювати за інтенсивністю розкладання целюлози – целюлозоруйнівною активністю. Через те, що руйнування клітковини визначається присутністю у ґрунтовій товщі доступних форм азоту, фосфору та інших елементів живлення, цей показник може свідчити не тільки про активність целюлозоруйнівних мікробів, але й про напруженість мікробіологічних процесів у ґрунті взагалі.

Целюлоза – природний полімер, полісахарид, волокниста речовина,

головна складова частина оболонки рослинних клітин. У зв'язку з великою кількістю синтезованої в природі целюлози мікроорганізми, що її розкладають, відіграють дуже важливу роль у процесі мінералізації органічної речовини та кругообігу вуглецю (Куклина, Батудаєв, 2014; Изменение ..., 2002).

Різноманітність мікрофлори, здатної розкласти целюлозу в ґрунті, дозволяє трансформувати цю речовину в різних умовах аерації, в кислому або лужному середовищі за низької або високої вологості і температури. Для більшості мікроорганізмів, що розкладають целюлозу, характерна висока специфічність щодо цієї речовини. Розкладання целюлози здійснюють аеробні мікроорганізми (бактерії та гриби) і анаеробні мезофільні й термофільні бактерії (Акименко, 1988; Шерстобоева, Чабанюк, Федак, 2008; Біорізноманіття, 2008).

Дослідження розкладання целюлози проводилися багатьма вченими, що помітно з численних літературних джерел. Їх роботи переважно були пов'язані з вивченням особливостей розкладання цієї речовини в умовах агроценозів (Шустерук, 2007; Корецький, 2013; Биологическая, 1990; Зміна, 1998; Лобков, 1999; Ананьева, Благодатская, Демкина, 2002; Свирскене, 2003; Cerna, Elhottova, Santruckova, 2003; Биологическая, 1984).

Об'єкти та методи досліджень. Усі явища та процеси в органічному і неорганічному світі пов'язані з термічними умовами навколишнього середовища. Під час проведення польових досліджень (червень-липень 2014 р.) спостерігалася температура повітря більша за середньобагаторічні: у червні – на 0,5°C, у липні – 1,5°C, а кількість опадів коливалася наступним чином: в червні місяці кількість опадів склала 156,0 мм. Це майже у два рази більше ніж багаторічні показники за цей же місяць. У липні сума опадів дорівнювала 48,9 мм, що менше суми середньобагаторічних опадів на 21,8 мм. Такі погодні умови досить суттєво впливали на целюлозоруйнівну здатність ґрунту.

Дослідження проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесовидному суглинку південно-східного Лісостепу України, що знаходиться у межах Роганського стаціонару ХНАУ ім. В. В. Докучаєва Харківського району Харківської області, під перелогом, лісосмугою та ріллею.

Зразки чорнозему типового для проведення досліджень відбирали пошарово, через кожні 10 см на глибину до 0,5 м на ріллі, під перелогом та лісосмугою.

Целюлозоруйнівну активність ґрунту визначали аплікаційним методом кожні 10 см до глибини 0,5 м у польових і лабораторних умовах. У польових умовах целюлозоруйнівну активність визначали за методом Мішустіна, Вострова, Петрової (за інтенсивністю розкладання полотна). У лабораторних умовах – за інтенсивністю розкладу лляного полотна при 40%, 60% і 80% від найменшої вологості чорнозему типового за сталої температури. При цьому використовували стерильні чашки Петрі, у яких безпосередньо проводили дослід і термостат для підтримання постійної оптимальної температури на рівні 35°C.

Оцінювання целюлозоруйнівної активності проводили згідно зі шкалою інтенсивності руйнування целюлози (%) (Мишустин, Петрова, 1963; Методы, 1991). Також було проведено кореляційний аналіз даних за методикою Б. А. Доспехова (Доспехов, 1985).

Результати та обговорення. На рис. 1 представлено активність целюлозоруйнівної мікрофлори у польових умовах на прикладі ступеня розкладу лляного полотна.

При сільськогосподарському використанні чорнозему типового (варіант рілля) ступінь розкладу лляного полотна коливався від 12,47 % до 17,26 % і максимальним був у приповерхневих горизонтах. У 0–10 см шарі ґрунту ступінь розкладу лляного полотна становив 17,26%. У наступному шарі 10–20 см цей показник дещо знизився (на 0,31%) і дорівнював 16,95 %. У наступному шарі ґрунту (20–30 см) цей показник знизився майже на таку ж саму величину – 0,35 % і дорівнював 16,60 %. З наступним наростанням глибини ступінь розкладу полотна різко знижується в середньому приблизно на 4 % і дорівнює 12,50 % для шару 30–40 см і 12,47 % – для шару 40–50 см. Середній ступінь розкладу лляного полотна становить 15,16 %.

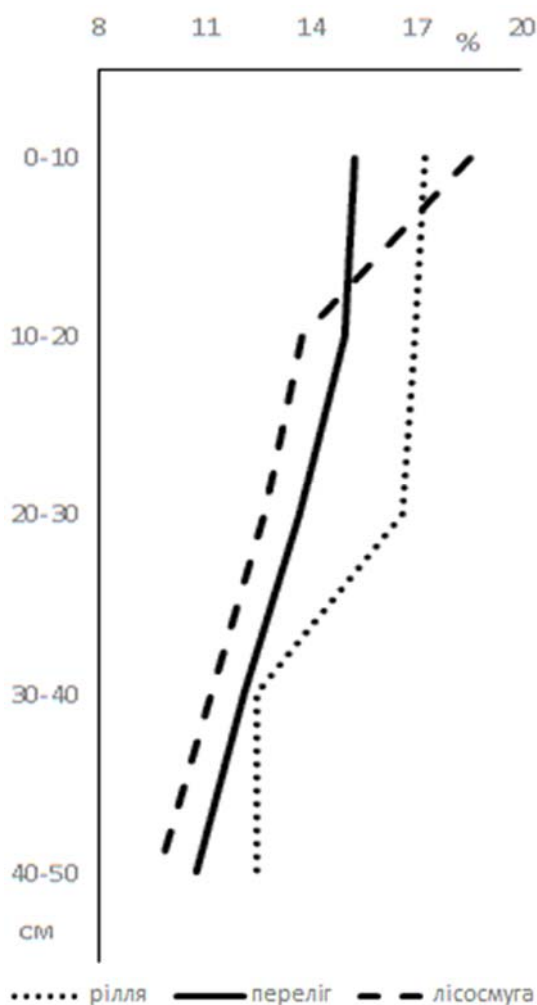


Рис. 1. Ступінь розкладу лляного полотна у польових умовах, %

У чорноземі типовому природної екосистеми (переліг) ступінь розкладання полотна дещо знижується, особливо для приповерхневих шарів, порівняно з попереднім варіантом і коливається в межах 10,73–15,25 %. У шарі ґрунту 0–10 см інтенсивність целюлозоруйнівної активності є на рівні 15,25% розкладання лляного полотна. У шарі 10–20 см цей показник дещо знижувався і становив 14,94 %. До глибини 50 см інтенсивність зміни розкладу лляного полотна за шарами досліджуваного чорнозему типового був приблизно однаковий. Різниця коливалася від 1,26 % до 1,58 %. На глибині 20–30 см ступінь розкладу лляного полотна становить 13,63%, на глибині 30–40 см – 12,10%, а на глибині 40–50 см – 10,73%. У середньому ступінь розкладу лляного полотна на цьому варіанті досягає значення 13,34%.

Під деревними насадженнями (лісосмуга) у приповерхневому 0–10 см шарі чорнозему типового фіксується досить високий ступінь розкладу лляного полотна (18,57 %), що є максимальною для аналогічних шарів інших варіантів дослідження. У наступному шарі целюлозоруйнівна активність ґрунту різко знижується, що проявляється у ступені розкладу лляного полотна на рівні 13,78 % (різниця між аналогічним показником для розташованого вище шару становить 4,79 %). Із 20 см вглиб за профілем чорнозему цей показник більш-менш поступово знижується і у шарі 40–50 см дорівнює значенню 9,66 %. Ступінь розкладу лляного полотна у шарі 20–30 см становить 12,67 %, а у шарі 30–40 % – 11,17 %. У середньому під лісосмугою ступінь розкладу лляного полотна становить 13,17 %, що свідчить про майже однакові в середньому ступінь напруги інтенсивності целюлозоруйнівної активності у двох останніх варіантах.

На рис. 2 проілюстровано дані щодо розкладу лляного полотна в лабораторних умовах за певної вологості ґрунту.

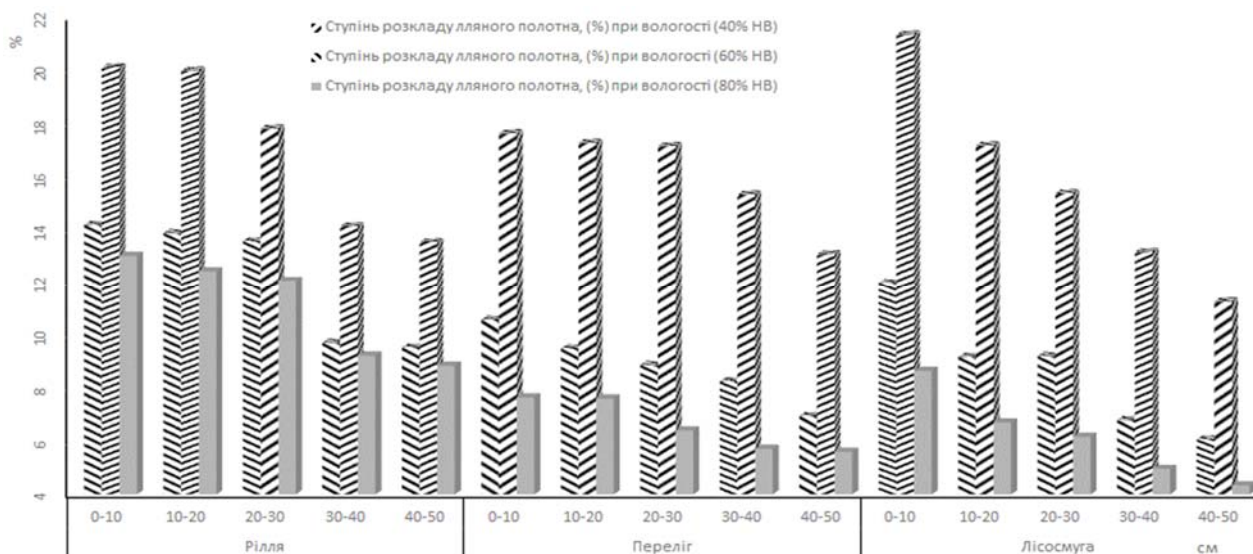


Рис. 2. Ступінь розкладу лляного полотна в лабораторних умовах, %

Ступінь розкладу лляної тканини в лабораторних умовах при 40 % від найменшої вологості (НВ) коливався залежно від варіанта таким чином: у варіанті з ріллею від 9,52 до 14,17 %, варіант з перелогом – 6,95–10,56 %, із лісосмугою – 6,07–11,97%. Із глибиною незалежно від варіантів інтенсивність розкладання клітковини зменшувалася. Чорнозем типовий із варіанта з ріллею проявив найбільшу целюлозоруйнівну активність у шарі 0-10 см на рівні розкладу лляної тканини 14,17 %. З наростання глибини до 30 см іде поступове зменшення ступеня розкладу лляної тканини. На глибині 10–20 см цей показник відповідав значенню 13,86 %, а у шарі ґрунту 20–30 см – 13,55 %. З подальшим наростанням глибини інтенсивність розкладу целюлози значно знижується. У наступному 10 см шарі це значення знижується до рівня 9,70 %, а у шарі ґрунту 40–50 см – до 9,52 %. У середньому в цьому варіанті ступінь розкладу лляної тканини становить 12,16 %.

Чорнозем перелогу в лабораторних умовах у приповерхневому десятисантиметровому шарі забезпечив ступінь розкладу лляного полотна на рівні 10,56 %, що є максимальним значенням за профілем ґрунту. У наступних горизонтах описуваний показник дещо знижується. У шарі 10–20 см ступінь розкладу лляного полотна порівняно з розташованим вище зменшується на 1,06 % і дорівнює 9,48 %. У шарі 20–30 см цей показник ще більш знижується (на 0,62 %) і стає рівним значення 8,86 %. На глибині 30–40 см чорнозем типовий має ступінь розкладу лляного полотна 8,24 %. У найглибшому шарі ґрунту 40–50 см ступінь розкладу полотна досить значно знижується (на 1,29 %) і дорівнює 6,95 %. У середньому у досліджуваних горизонтах на цьому варіанті ступінь розкладу лляного полотна дорівнює 8,82 %.

Чорнозем під лісосмугою проявляє порівняно велику з іншими варіантами ступінь розкладу лляного полотна у шарі ґрунту 0–10 см – 11,97 %. Наступний десятисантиметровий шар ґрунту відрізняється зниженням цього показника на 2,80 % і дорівнює 9,17 %. Подальше наростання глибини призводить до ще більшого зниження інтенсивності целюлозоруйнивої активності, що має своє відображення на інтенсивності розкладу лляного полотна. Так, у шарі 20–30 см розклад полотна становить 8,20 %, у шарі 30–40 см – 6,80 % і в останньому шарі, що досліджувався, – 6,07 %. У середньому за цим варіантом ступінь розкладання становив 8,64 %.

При 60 % від найменшої вологості у лабораторних умовах інтенсивність целюлозоруйнивої активності, яку ми визначаємо за ступенем розкладу лляного полотна, була наступною. Чорнозем типовий з агроєкосистеми забезпечив ступінь розкладу лляного полотна всередньому на рівні 17,10 %. Максимальний рівень цього показника зафіксовано у шарі 0–10 см – 20,10 %, а мінімальний у шарі 40-50 см – 12,51 %. У шарах ґрунту ступінь розкладу був наступним. У шарі ґрунту 10-20 см – 9,98 %, з глибиною цей показник різко знижувався. На глибині 20–30 см – на 2,18 % (17,80 %), на глибині 30–40 см – на 3,69 % (14,11 %).

Переліг наступним чином впливає на целюлозоруйнівну активність ґрунту, а саме на ступінь розкладу лляного полотна. У шарі 0–10 см чорнозему типового ступінь розкладу лляного полотна дорівнював 17,62 %, а у шарі 10–20 см – 17,26 %, а у шарі 20–30 см – 17,14 %. Ці цифри свідчать про більш-менш поступове зниження інтенсивності руйнування лляного полотна до глибини 30 см. У наступному шарі ґрунту 30–40 см спостерігається зниження ступеня руйнування полотна на 2,83 % (15,31 %), а у шарі 40–50 см – на 2,25 % (13,06 %). У середньому описаний показник у варіанті склав 16,08 %.

Чорнозем типовий, відібраний під лісосмугою, сприяв розкладу лляної тканини у шарі глибиною 0–10 см до рівня 21,34%. Наступний шар ґрунту 10–20 см відрізняється різким зниженням цього показника на 4,18% (17,16%). З подальшим наростанням глибини різниця між шарами ґрунту за ступенем розкладу є не настільки суттєвою. Так, у шарі 20-30 см ця різниця з попереднім складає 1,80 % (15,36 %), у шарі 30–40 см – 2,22 % (13,14 %), у шарі 40–50 см – 1,89 % (11,25 %). У середньому, целюлозоруйнівна активність за розкладом лляного полотна дорівнювала 15,65 %.

При 80 % від найменшої вологості ґрунту ступінь розкладу лляного полотна був наступним. В агроєкосистемі максимальне значення розкладу були притаманні 0–10 см шару ґрунту – 13,00 %, а мінімальні – останньому горизонту, що досліджувався, – 40–50 см – 8,83 %. У другому шарі ґрунту 10–20 см лляне полотно розклалося на 12,41 %, що на 0,59 % менше за попередній показник. У наступному шарі ґрунту 20–30 см ступінь розкладу знизився до 12,05 %, що менше за попередній показник лише на 0,36 %. З подальшим наростанням глибини зафіксовано більш різке зниження розкладу лляного полотна. Ступінь розкладу тут дорівнює 9,21 %, що на 3,20 % менше за попередній показник. У середньому описуваний показник у варіанті з ріллею становить 11,10 %.

Для зразків ґрунту, що відібрані на варіанті з перелогом ступінь розкладу лляного полотна коливався в межах 5,60–7,64 %. І як у попередньому варіанті найбільшим був у шарі 0–10 см – 7,64 %, а найменший у шарі 40–50 см – 5,60 %. Із глибиною у шарі 10–20 см ступінь розкладу лляного полотна несуттєво зменшувався до рівня 7,60 % (різниця 0,4 %). Це говорить про те, що описувані два шари за целюлозоруйнівною активністю були тотожними. Із ще більшим поглибленням ступінь розкладу целюлози льону вже суттєво зменшувався (на 1,00 %) і дорівнював 6,60 %. На глибині ґрунту 30–40 см ступінь розкладу лляної тканини дорівнює 5,71 %, що менше за попередній показник на 0,89 %. У середньому цей показник на варіанті з перелогом був 6,63 %.

Чорнозем типовий, що відібраний під лісосмугою, при вище зазначеній найменшій вологості проявляв наступний рівень розкладу лляної тканини. У шарі 0–10 см цей показник становив 8,64 %. У наступному шарі ґрунту 10–20 см цей показник досить суттєво знижується на 1,94 % і становить 6,70 %. Шар ґрунту 20–30 см характеризується ступенем розкладу полотна на рівні 6,16 %. З подальшим наростанням глибини на 10 см розкладання льону різко

знижується і досягає значення 4,96 %, а у шарі ґрунту 40–50 см – 4,34 %. У середньому в цьому варіанті ступінь розкладу лляного полотна становить 6,16 %.

Отже, у лабораторних умовах було доведено вплив вологості ґрунту на ступінь розкладу лляного полотна, а, відповідно, і на інтенсивність целюлозоруйнівної активності ґрунту.

Висновки. Найбільшій ступінь розкладу лляного полотна під час польових дослідів було зафіксовано в середньому під ріллею. Варіанти з лісосмугою і перелогом за цим показником майже не відрізнялися. Із глибиною целюлозоруйнівна активність значно знижувалася. Зафіксовано збільшення ступеня розкладу лляного полотна у шарі ґрунту 0–10 см під лісосмугою порівняно з іншими варіантами.

Під час лабораторних досліджень незалежно від зволоженості ґрунту ці тенденції переважно збереглися. Було виявлено залежність ступеня розкладання лляного полотна від зволоженості. Найбільшій ступінь розкладу зафіксовано в умовах зволоженості чорнозему до 60 % від найменшої вологоємності. Різку зміну цього показника у бік зменшення зафіксовано за зволоженості ґрунту до 40 %, а найменший ступінь розкладу полотна – зафіксований при 80 % зволоженості чорнозему від найменшої вологоємності.

Виявлено пряму середню, сильну та дуже сильну кореляційну залежність інтенсивності розкладу лляного полотна від вологості ґрунту, умісту елементів живлення та кількості загального гумусу ($r=0,5-1,0$), причому найбільша ця залежність проявилася під час лабораторних дослідів.

За шкалою оцінки інтенсивності руйнування лляного полотна целюлозоруйнівна активність чорнозему типового залежно від екосистем мала таку оцінку: незалежно від варіанту досліду вона була слабкою та дуже слабкою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Абалаева А. Р. Целлюлозолитическая активность чернозема обыкновенного под разными видами трав в условиях Зауралья республики Башкортостан / А. Р. Абалаева, Р. Ф. Хасанова, Р. Р. Сафиуллина // Вестник ОГУ. – 2011. – № 12 (131). – С. 13-15.

Abalaeva A. R., Khasanova R. F., Safiullina R. R., 2011, "Cellulozoliticheskaia aktivnost' chernozema obyknovenного pod raznymi vidami trav v uslovijakh Zaural'ja respublikі Bashkortostan", Vestnik OGU, № 12 (131), P. 13–15.

Мишустин Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е. Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – 343 с.

Mishustin E. N., 1972, "Mikroorganizmy i produktivnost' zemledelija", M., Nauka, 343 p.

Полонская Д. Е. Микробиологические процессы и эффективное плодородие почв в агроценозах Красноярской лесостепи / Д. Е. Полонская – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 102 с.

Polonskaja D. E., 2002, "Mikrobiologicheskie processy i ehffektivnoe plodorodie pochv v agrocenozakh Krasnojarskoj lesostepi", Krasnojarsk. gos. agrar. un-t, Krasnojarsk, 102 p.

Лазарев А. П. Целлюлозолитическая активность обрабатываемого чернозема обыкновенного лесостепной зоны Ишимской равнины / А. П. Лазарев, Ю. И. Абрашин, Л. Л. Гордеюк // Почвоведение. – 1997. – № 10. – С. 1230–1234.

Lazarev A.P., Abrashin J.U. I., Gordejuk L. L., 1997, "Celljulozoliticheskaia aktivnost' obrabatyvaemogo chernozema obyknovennogo lesostepnoj zony Ishimskoj ravniny", *Pochvovedenie*, № 10, P. 1230–1234.

Стахурлова Л. Д. Биологическая активность как индикатор плодородия чернозёмов в различных биоценозах / Л. Д. Стахурлова, И. Д. Свистова, Д. И. Щеглов // *Почвоведение*. – 2007. – июнь (№ 6). – С. 769–774.

Stakhurlova L. D., Svistova I. D., Shcheglov D. I., 2007, "Biologicheskaja aktivnost' kak indikator plodorodija chernozjmov v razlichnykh biocenzakh", *Pochvovedenie*, ijun' (№ 6), P. 769–774.

Куклина Е. Э. Целлюлозоразрушающая активность чернозема в степной зоне республики Бурятия / Е. Э. Куклина, А. П. Батудаев // Ежемесячный научный журнал Межотраслевого института «Наука и образование». – Екатеринбург, 2014. – № 3. – С. 91–93.

Kuklina E. E.H., A. P. Batudaev, 2014, "Celljulozorazrushajushchaja aktivnost' chernozema v stepnoj zone respubliky Burjatija", *Ezhemesjachnyj nauchnyj zhurnal Mezhotraslevogo instituta «Nauka i obrazovanie»*, Ekaterinburg, № 3, P. 91–93.

Изменение эффективности роста микроорганизмов после обогащения почвы легкодоступными субстратами / [Благодатский С. А., Демьянова Е. Г., Кудеяров В. Н., Кобзева Е. И.] // *Почвоведение*. – 2002. – № 8. – С. 985–992.

Blagodatskij S. A., Dem'janova E. G., Kudejarov V. N., Kobzeva E. I., 2002, "Izmenenie ehffektivnosti rosta mikroorganizmov posle obogashchenijaja pochvy legkodostupnimi substratami", *Pochvovedenie*, № 8, P. 985–992.

Акименко В. К. Конверсия целлюлозы анаэробными бактериями / В. К. Акименко // *Микробиология и биохимия разложения растительных материалов* – М.: Наука, 1988. – С. 251–280.

Akimenko V. K., 1988, "Konversija celljulozy anaehrobnymi bakterijami", *Mikrobiologija i biokhimiya razlozhenija rastitel'nykh materialov*, M., Nauka, P. 251–280.

Шерстобоева Е. В. Биоиндикация экологического состояния почв / Е. В. Шерстобоева, Я. В. Чабанюк, Л. И. Федак // *Сільськогосподарська мікробіологія*. – 2008. – № 4. – С. 46–53.

Sherstoboeva E. V., Chabanjuk JA. V., Fedak L. I., 2008, "Bioindikacija ehkologicheskogo sostojanija pochv", *Sil's'kogospodars'ka mikrobiologija*, № 4, P. 46–53.

Білявський Ю. В. Біорізноманіття природної екосистеми / Ю. В. Білявський, Р. О. Вусатий, О. В. Шерстобоева, Л. І. Федак // *Зб. наук. пр. Уманс. держ. аграр. ун-ту*. – 2008. – С. 211–217.

Biljavsk'ij J.U. V., Vusatij R. O., Sherstoboeva O. V., Fedak L. I., 2008, "Bioriznomanittja prirodnoї ekosistemi", *Zbirnik naukovikh prac' Umans'kogo derzhavnogo agrarnogo universitetu*, P. 211–217.

Шустерук Т. З. Екологічна оцінка антропогенного впливу на біологічну активність ґрунтів (на прикладі агроєкосистем України): автореф. дис. канд. біол. наук: 03.00.16 «Екологія» / Шустерук Тетяна Захарівна. – К., 2007. – 20 с.

Shusteruk T. Z., 2007, "Ekologichna ocinka antropogenного vplivu na biologichnu aktivnist' gruntiv (na prikladi agroekosistem Ukraїni)", *avtoref. dis. kand. biol. nauk 03.00.16 ekologija*, Shusteruk Tetjana Zakharivna, K., 20 p.

Корецький О. Є. Біологічна активність ґрунту у посівах пшениці озимої залежно від попередників у Лісостепу лівобережному / О. Є. Корецький // *Вісник ПДАА*. – 2013. – № 2. – С. 146–149.

Korec'kij O. E., 2013, "Biologichna aktivnist' runtu u posivakh pshenici ozimoї zalezchno vid poperednikiv u Lisostepu livoberezhnomu", *Visnik PDAА*, № 2, P. 146–149.

Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия / [В. П. Стефурак, А. С. Усатая, Н. И. Фрунзе, Э. А. Катрук]. – Кишинёв: Шттинца. 1990. – 216 с.

Stefurak V. P., Usataja A. S., Frunze N. I., Katruk E. H. A., 1990, "Biologicheskaja aktivnost' pochv v uslovijakh antropogennogo vozdejstvija", Kishinjov, Shtninca, 216 p.

Зміна чисельності прокаріотних мікроорганізмів при окультурюванні дефльованого каштанового ґрунту / [Тогмітова З. Д., Чимітдоржієва Г. Д. та ін.] // Почвоведение. – 1998. – № 8. – С. 964–967.

Togmitova Z. D., Chimitdorzhieva G. D. ta in., 1998, "Zmina chisel'nosti prokariotnikh mikroorganizmiv pri okul'turjuvanni defl'ovanogo kashtanovogo gruntu", Pochvovedenie, № 8, P. 964–967.

Лобков В. Т. Біорізноманітність в агроекосистемах как фактор оптимізації біологічної активності ґрунту / В. Т. Лобков // Почвоведение. – 1999. – № 6. – С. 732–737.

Lobkov V. T., 1999, "Bioriznomanitnist' v agroekosistemakh kak faktor optimizacii biologichnoj aktivnosti gruntu", Pochvovedenie, № 6, P. 732–737.

Ананьева Н. Д. Оценка устойчивости микробных комплексов почв к природным и антропогенным воздействиям. / Ананьева Н. Д., Благодатская Е. В., Демкина Т. С. // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 580–587.

Anan'eva N. D., Blagodatskaja E. V., Demkina T. S., 2002, "Oценка ustojchivosti mikrobnjkh kompleksov pochv k prirodnyh i antropogennym vozdejstvijam", Pochvovedenie, № 5, P. 580–587.

Свирскене А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы / А. Свирскене // Почвоведение. – 2003. – № 2. – С. 202–210.

Svirskene A., 2003, "Mikrobiologicheskie i biokhimicheskie pokazateli pri ocenke antropogennogo vozdejstvija na pochvu", Pochvovedenie, № 2, P. 202–210.

Церна Б. Функционал групп ооф соил микробиал цоммуниты/ Церна Б., Елхоттова Д., Сантруцкова Н. // Структуре анд Функцион ооф Соил Мицробиота. – 2003. – С. 3–6.

Cerna B., Elhottova D., Santruckova N., 2003, "Functional groups of soil microbial community", Structure and Function of Soil Microbiota, P. 3–6.

Бойко П. И. Биологическая роль севооборотов в интенсивном земледелии Лесостепи Украины / [П. И. Бойко, П. Д. Гринчук, Э. А. Головки и др.] // Вестник с.-х. науки. – 1984. – № 6. – С. 80–89.

Bojko P. I., Grinchuk P. D., Golovko E. H. A. i dr., 1984, "Biologicheskaja rol' sevooborotov v intensivnom zemledelii Lesostepi Ukrainy", Vestnik s.-kh. Nauki, № 6, P. 80–89.

Мишустин Е. Н. Определение биологической активности почвы / Е. Н. Мишустин, А. Н. Петрова // Микробиология. – 1963. – Т. 31, № 3. – С. 479–483.

Mishustin E. N., Petrova A. N., 1963, "Opredelenie biologicheskaj aktivnosti pochvy", Mikrobiologija, T. 31, № 3, P. 479–483.

Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. ред. Д. Г. Звягинцева – М. : Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

"Metody pochvennoj mikrobiologii i biokhimii", pod. red. D. G. Zvjaginceva, M., Izd-vo MGU, 304 p.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Dospexhov B. A., 1985, "Metodika polevogo opyta", M., Agropromizdat, 351 p.