
LAND RECLAMATION



Yu. L. Tsapko 
A. S. Kholodna


Dr. Sci. (Biol.)

UDK 631.415.2: 631.58

*National Scientific Centre «O. N. Sokolovsky Institute
for Soil Science and Agrochemistry Research»,
Chajkovska str., 4, Kharkov, Ukraine, 61024*

PROTEASE ACTIVITY OF URBAN SOILS OF KHARKIV REGION UNDER THE INFLUENCE OF GIANT MISCANTHUS CULTIVATION

Abstract. The paper presents the results of the determination of the protease activity of degraded marginal lands, namely, urban soils, of Kharkiv region under cultivating of energy crop of the second generation of giant miscanthus. The cultivation of this perennial cereal culture contributes the increasing of activity of the protease enzyme, which in turn serves as an impetus for the introduction of anthropogenic degraded soils into the energy sector not only for obtaining relatively cheap and environmentally friendly raw materials, but also for the biological reclamation of marginal lands. In our opinion, the above-mentioned soils, which have suffered from negative anthropogenic influence, can be attributed to marginal lands. Agricultural production on such lands is complicated due to certain soil conditions. However, we cannot leave these soils; «throw» them into a «soil dump», which eventually can grow into unmanaged scales. There should be no doubts that reclamation of marginal lands is important and needed, including urban soils, technosoils and lithosoils. Due to the limited energy resources in the state, last years research it has been carried out to determine the suitability of cultivating energy crops of second generation (for example, giant miscanthus, energy willow and poplar, pavlovnia, etc.) on marginal lands as bioremediation factors. The current question is the so-called «soil health» – a set of biological and environmental indicators of soil condition. One of these indicators is the enzymatic activity of soils, the constituent part of which is the activity of proteases. Proteases play a significant role in the life of the soil, as they are associated with changes in the composition of organic components and the dynamics of nitrogen-digested for plants. At the same time, the protease activity of the soil characterizes its general microbiological activity, which, in its turn, is determined by the ecological state of the soil. Thus, the study of the effectiveness of biological reclamation of anthropogenic degraded soils with the use of energy crops is very relevant. The obtained data testify that the cultivation of giant miscanthus on urban soils is expedient in terms of improving the properties of the latter. As noted above, the protease activity of the soil is one of the indicators of soil health, and therefore its activation is a motivating factor for introducing the cultivation of giant miscanthus as a phytorecultivator for anthropogenic degraded territories. The activity of protease increased in areas with giant miscanthus compared to pure control on the urban-soils. The giant miscanthus plants caused increasing of protease activity in time (gradual increase in protease activity from the summer to autumn periods) and in space (three types of urban areas). It was determined that biological reclamation by cultivation of giant miscanthus is most effective on urban lithosoil, in fact, the worst by its properties from the presented soils. It is also important that the financial costs of biological reclamation of marginal lands

 Tel.: +38066-414-07-02, e-mail: lonakalt@gmail.com

DOI: 10.15421/041707

by growing giant miscanthus are greatly reduced due to its low fertilizer needs as well as the receipt of energy products - cod or biogas. Using of various plant protection products is also minimized.

Key words: *marginal lands, urban soil, lithosoil, energy crops, giant miscanthus, protease activity, soil health.*

УДК 631.415.2: 631.58

Ю. Л. Цапко
А. С. Холодная

д-р биол. наук

Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, Украина, 61024, тел.: +38066-414-07-02, e-mail: lonakalt@gmail.com

ПРОТЕАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ УРБАНОЗЕМОВ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ УСЛОВИИ ВЫРАЩИВАНИЯ МИСКАНТУСА ГИГАНТСКОГО

Аннотация. В работе приведены результаты определения протеазной активности деградированных маргинальных земель, а именно – урбаноземов Харьковской области при выращивании на них энергетической культуры второго поколения мискантуса гигантского. Культивирование этой многолетней злаковой культуры способствует увеличению активности фермента протеазы, что, в свою очередь, служит толчком к введению антропогенно деградированных почв в энергетический сектор производства не только с целью получения относительно дешевого и экологически чистого сырья, но и для биологической рекультивации маргинальных земель.

На исследуемых урбаноземных почвах активность протеазы повысилась на участках с мискантусом гигантским по сравнению с чистым контролем. Установлено, что биологическая рекультивация путем выращивания мискантуса гигантского наиболее эффективна на урбаноземе литоземном.

Ключевые слова: *маргинальные земли, урбанозем, энергетические культуры, мискантус гигантский, протеазная активность, здоровье почвы.*

УДК 631.415.2: 631.58

Ю. Л. Цапко
А. С. Холодна

д-р біол. наук

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», вул. Чайковська, 4, м. Харків, Україна, 61024, тел.: +38066-414-07-02, e-mail: lonakalt@gmail.com

ПРОТЕАЗНА АКТИВНІСТЬ УРБАНОЗЕМІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО

Анотація. У роботі наведено результати визначення протеазної активності деградованих маргінальних земель, а саме – урбаноземів Харківської області за умов вирощування на них енергетичної культури другого покоління мискантусу гігантського. Культивування цієї багаторічної злакової культури сприяє збільшенню активності ферменту протеази, що, в свою чергу, слугує поштовхом до введення антропогенно деградованих ґрунтів в енергетичний сектор виробництва не тільки з метою отримання відносно дешевої та екологічно чистої сировини, але й для біологічної рекультиваци маргінальних земель.

На досліджуваних урбаноземних ґрунтах активність протеази підвищилась на ділянках з мискантусом гігантським, порівняно з чистим контролем. Установлено, що біологічна рекультиваци шляхом вирощування мискантусу гігантського найбільш ефективна на урбаноземі літоземному.

Ключові слова: *маргінальні землі, урбанозем, енергетичні культури, мискантус гігантський, протеазна активність, здоров'я ґрунту.*

ВСТУП

Наприкінці ХХ та на початку ХХІ сторіччя, порівняно з попереднім періодом, відбулося відчутне посилення тиску антропогенного фактора ґрунтоутворення на

грунтовий покрив. При виробництві рослинницької продукції вплив антропогенного фактора на формування і розвиток ґрунтів, за умов високого рівня агрокультури, переважно супроводжується еволюційним перетворенням у нові природно-антропогенні відміни – агроземи, які набувають навіть більш кращих параметрів родючості, порівняно з неокультуреними ґрунтами. З іншого боку, майже всі ґрунти на земній кулі зазнають негативного впливу антропогенного фактора різного характеру та інтенсивності – від слабкого до сильного, з майже повним знищенням природної родючості під час видобутку корисних копалин, різних будівельних робіт, прокладання транспортних споруд тощо.

Саме такі ґрунти Д. Г. Тихоненко (Tykhonenko, Gorin, 2013, 2014) відносить в сучасному «царстві» ґрунтів до техноземів і урбаноземів. Урбаноземні ґрунти – це антропогенно змінені ґрунти міських територій, штучний профіль яких має поверхневий шар товщиною до 50 см, створений людиною шляхом насипання, перемішування, поховання матеріалів (субстратів) суто урбаногенного походження. Класифікаційний підрозділ, у тому числі і польова діагностика урбаноземів, постійно вдосконалюється, зокрема з поділом на: екоурбаноземи, індустріземи, інтруземи, техноземи, екраноземи, «запечатані» ґрунти.

На нашу думку, вищенаведені ґрунти, які зазнали негативного антропогенного впливу, можна відносити до маргінальних земель, тобто земель, на яких сільськогосподарське виробництво ускладнено через певні ґрунтові умови. Утім, у жодному випадку не можна залишати такі ґрунти напризволяще, тобто «кидати» їх на «ґрунтове сміттєзвалище», яке з часом може розростися до некерованих масштабів. Сумнівів відносно рекультивациі маргінальних земель, що включають урбаноземи, техноземи та літоземи, не повинно бути.

Виходячи з цього, існує можливість вирощування енергетичних культур на подібного роду ґрунтах. Зауважимо, що важливою особливістю енергетичних культур є те, що більшість із них невибагливі до умов вирощування.

Маргінальні землі розглядаються нами як привабливі для вирощування біоенергетичних культур (наприклад, з високим вмістом лігноцелюлози) другого покоління. Останні забезпечують привабливий варіант для уникнення конкуренції на землі між біоенергетичними культурами першого покоління (наприклад, цукровий очерет) та продовольчими культурами (Tilman, 2006).

У зв'язку з обмеженістю енергетичної сировини в державі в останні роки поширилися дослідження з визначення придатності культивування енергетичних культур другого покоління (наприклад, міскантусу гігантського, верби та тополі енергетичної, павловнії та ін.) на маргінальних землях як біорекультиванти. Актуальним є питання так званого «здоров'я ґрунту» – сукупності біологічних та екологічних показників ґрунтового стану. Одним із таких показників є, зокрема, ферментативна активність ґрунтів, складовою частиною якої є активність протеаз. Протеази відіграють вагомую роль у житті ґрунту, оскільки з ними пов'язані зміни складу органічних компонентів і динаміка засвоєваних для рослин форм азоту. У той же час протеазна активність ґрунту характеризує його загальну мікробіологічну активність, за якою, у свою чергу, діагностується екологічний стан ґрунту. Таким чином, дослідження ефективності біологічної рекультивациі антропогенно деградованих ґрунтів з використанням енергетичних культур є вельми актуальними. У даній статі наведено результати досліджень біологічної рекультивациі урбаноземів шляхом вирощування міскантусу гігантського (*Miscanthus giganteus*).

Мета роботи – установлення впливу рослин міскантусу гігантського на активність протеази урбаноземних ґрунтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначення протеазної активності ґрунтів проводили на території дендрологічного парку загальнодержавного значення при Харківському

національному аграрному університеті ім. В. В. Докучаєва. Цей парк із загальною територією 22,8 га було створено в 1972 році на чорноземних ґрунтах поруч з побудованими навчальними корпусами та об'єктами соціальної сфери.

Польові досліді були закладені в 2017 році на місцях прокладання комунікацій та будівництва на трьох маргінальних антропогенно деградованих ґрунтах: урбаноземі чорноземному, урбаноземі літоземному та урбаноземі чорноземно-лучному. Енергетична культура міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) – це висока грудкувата трава, з потужною, що досягає 2,5 м в глибину, кореневою системою. Росте міскантус на будь-яких ґрунтах, навіть дуже бідних. Рослина має дуже розгалужену кореневу систему, тому існує можливість вирощувати на деградованих, піщаних, супіщаних ґрунтах, на схилах до 7°.

Профіль урбанозему чорноземного являє собою повністю гомогенізовану ґрунтову масу, що утворилась унаслідок людської діяльності на місці чорнозему типового.

Урбанозем літоземний – це, по суті, вихід материнської породи (лесовидний суглинок) прилуцько-удайської тераси (Tykhonenko et al., 2004; Tykhonenko, Gorin, 2006).

Урбанозем чорноземно-лучний утворився в ході антропогенної діяльності, а саме штучного переміщення верхньої частини гумусованого профілю з вищерозташованого ґрунту.

Спостереження за протеазною активністю ґрунтів при вирощуванні міскантусу гігантського проведено на початку та наприкінці вегетаційного періоду. Зразки ґрунту відбиралися у трикратній повторності на ділянках із контролем (чистий ґрунт без рослин), під рослинами міскантусу та в міжряддях. Улітку, у червні, з дослідних ділянок з глибини 0–20 см були відібрані проби ґрунту для визначення протеазної активності. Час, обраний для дослідження, пояснюється тим, що в червні в ґрунті зберігається достатня кількість вологи, порівняно з сухими періодами липня та серпня. До того ж рослини перебувають на досить активному рівні вегетації. Восени зразки були відібрані у вересні.

ґрунтові зразки відібрані згідно з ДСТУ 4287. Визначення протеазної активності проводили за модифікованим методом фотоавтографії (заявка № u2017 09 765 від 09.10.2017 р.). В основу методу визначення ферментативної активності за показниками активності протеази поставлено задачу удосконалення способу визначення протеазної активності ґрунту за рахунок отримання нових аплікаційних матеріалів, які дають змогу підвищити точність одержаних даних при одночасному зменшенні та спрощенні способу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В Європі (Strijker, 2005) у минулому столітті маргінальні землі визначались як землекористування на межі економічної життєздатності. Шреєрс (Schroers, 2006) більш чітко визначив економічно маргінальні землі як «територію, де економічно ефективно виробництво неможливе за певних умов технологій вирощування, аграрної політики, а також макроекономічних та правових умов».

Таким чином, кожен з обраних для досліджень антропогенно деградованих ґрунтів відноситься до розряду маргінальних земель.

Незважаючи на очевидні недоліки маргінальних земель для сільського господарства, ні в якому разі не можна забувати про шляхи їх можливого відновлення, у тому числі й завдяки біологічній рекультивациі, як перспективному та екологічно-безпечному заходу їх раціонального використання.

Проведеними дослідженнями встановлено, що влітку на всіх ґрунтах протеазна активність (ПА) підвищилась на ділянках з міскантусом гігантським, порівняно з контролем. Найбільш істотні зміни спостерігалися на урбаноземі чорноземному, де активність порівняно з контролем була вдвічі більшою. На урбаноземі літоземному та урбаноземі чорноземно-лучному цей показник також зазнав підвищення після початку вирощування міскантусу, але не настільки суттєво. На урбаноземі

літоземному активність протеази під міскантусом становила 51,35 %, у той час як на контрольному варіанті на 10 % нижче, а саме – 40,36 %. На урбаноземі чорноземно-лучному різниця була ще меншою – 5,8 %.

Щодо активності протеази у міжряддях культури на урбаноземі чорноземному та літоземному вона була вищою за контроль та нижчою за варіант безпосередньо під міскантусом і становила відповідно 39,10 % та 45,06 %. На урбаноземі чорноземно-лучному ПА в міжряддях міскантусу виявилась на 26,71 % нижчою за варіант контролю і на 32,51 % нижчою за варіант міскантусу.

Вплив культивування міскантусу гігантського (першого року вегетації) на протеазну активність урбаноземів ХНАУ ім. В. В. Докучаєва

Варіант	Протеазна активність, %	
	Влітку 2017 р.	Восени 2017 р.
	Урбанозем чорноземний	
Контроль	22,71	49,80
Міскантус	44,99	51,19
Міжряддя	39,10	42,12
НІР ₀₅	6,11	3,69
	Урбанозем літоземний	
Контроль	40,36	25,93
Міскантус	51,35	89,97
Міжряддя	45,06	44,88
НІР ₀₅	6,81	7,49
	Урбанозем чорноземно-лучний	
Контроль	65,57	72,58
Міскантус	71,37	90,32
Міжряддя	38,86	68,72
НІР ₀₅	4,58	6,59

Восени активність протеази в цілому по досліді зростає. Найвищі дані було так само отримано на варіантах під культурою. Динаміка ПА залишилась такою самою, як і влітку. На урбаноземі чорноземному активність ферменту на контрольному варіанті зростає майже вдвічі порівняно з літніми даними – 49,80 % порівняно з 22,71 %. ПА під міскантусом не зазнала суттєвого підвищення – 6,2 % та становила 51,19 %.

Коливання активності протеази у міжряддях міскантусу були практично непомітними.

На наш погляд, більш низька протеазна активність у міжряддях міскантусу обумовлена його потужною кореневою системою, яка завдяки корневим виділенням «притягує» до ризосфери активну мікро- та мезофауну. Утім, це припущення потребує проведення більш детальних досліджень.

Протеазна активність на контрольному варіанті урбаноземі літоземному впала на 14,43 % порівняно з літніми результатами. Проте під міскантусом відбулося значне підвищення цього показника – 89,97 % восени та 51,35 % влітку. Активність протеази у міжрядді знизилась усього на 0,18 %, тобто можна сказати, що залишилась на тому ж рівні.

Аналогічні закономірності встановлено нами й на урбаноземі чорноземно-лучному, де протеазна активність найбільше збільшилась у міжряддях – на 30 % порівняно з літніми даними. Але знову ж таки залишилась найнижчою серед варіантів. На контролі показник підвищився з 65,57 % влітку до 72,58 % восени, а під рослинами міскантусу – з 71,37 % до 90,32 % відповідно.

Установлено, що вирощування міскантусу гігантського на урбаногенних ґрунтах є доцільним з точки зору покращення властивостей останніх. Як було зазначено вище, протеазна активність ґрунту – один із показників ґрунтового здоров'я, тому її активізація є спонукаючим фактором для впровадження

культивування міскантусу гігантського як фіторекультиванта для антропогенно деградованих територій.

Використання енергетичної культури другого покоління міскантусу гігантського при проведенні біологічного етапу рекультивації маргінальних земель дозволяє, завдяки його потужній кореневій системі, активізувати біологічну складову ґрунотвірного процесу.

Важливим є й те, що фінансові витрати на біологічну рекультивацію земель шляхом вирощування міскантусу гігантського значно скорочуються через її низьку потребу в добривах та меліорантах, а також отримання енергетичної продукції – тріски або біогазу. Різноманітні засоби захисту рослин також зводять до мінімуму.

Загалом проведені дослідження слугуватимуть поштовхом до введення урбаноземних ґрунтів в енергетичний сектор виробництва не тільки з метою отримання відносно дешевої та екологічно чистої енергетичної сировини, але й для біологічної рекультивації маргінальних земель.

ВИСНОВКИ

Отримані дані свідчать про те, що вирощування міскантусу гігантського на урбаногенних ґрунтах є доцільним з точки зору покращення властивостей останніх. Як було зазначено вище, протеазна активність ґрунту – один із показників ґрунтового здоров'я, тому її активізація є спонукаючим фактором для впровадження культивування міскантусу гігантського як фіторекультиванта для антропогенно деградованих територій.

Рослини міскантусу гігантського обумовили підвищення активності ферменту в часі (поступове підвищення ПА з літнього по осінній період) та в просторі (три види урбаноземів). Найбільш суттєво на культивування міскантусу відгукнувся урбанозем літоземний, по суті найгірший за своїми властивостями із представлених.

Зважаючи на те, що на даних ґрунтах вирощування продовольчої рослинності є цілком нерентабельним, саме культивування енергетичних культур стає одним із ключових способів їх ефективного використання та деякого покращення еколого-біологічних функцій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Schroers, J. O., 2006. Towards the development of marginal land use depending on the framework of agricultural market, policy and production techniques. University of Giessen, Germany.
- Strijker, D., 2005. Marginal lands in Europe – causes of decline. *Basic Appl. Ecol.* 6, 99–106.
- Tilman, D., Hill, J., Lehman, C., 2006. Carbon – negative biofuels from low – input high-diversity grassland biomass. *Science* 314, 1598–1600.
- Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., 2006. Suchasnyi stan i perspektyvy vykorystannya landshaftnyh osoblyvostei i ґрунтового pokryvu terytorii navchalno-doslidnogo gospodarstva «Dokuchayevske» [Modern condition and perspectives of landscapes features and soil cover of territories of teaching-researching household «Dokuchayevske»]. *Visnyk KhNAU* 7, 3–19 (in Ukrainian).
- Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., 2013. Problemy kartografuvannya urbanozemiv [Problems of urban-soils mapping]. *Visnyk KhNAU* 2, 5–11 (in Ukrainian).
- Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., 2014. Grunty naselenykh punktiv: problemy klasyfikatsii, diagnostyky, kartografii, ekspertnyh otsinok [Soils of localities: problems of classification, diagnosis, mapping, expert's evaluation]. *Agrokhimiya i ґрунтознавство*, 84–87 (in Ukrainian).
- Tykhonenko, D. G., Gorin, M. O., Zabaluev, V. O., Matviishyna, Zh. M., Momot, G. F., 2004. Fitorekultyvatsia i startovyi ґрунтоgenez na litozemah [Phytorecultivation and preliminary soil foundation on lythozems]. *Visnyk KhNAU* 6, 19–30 (in Ukrainian).
- Zayavka na korysnu model «Vyznachennya proteasnoi aktyvnosti ґруntiv» № u2017 09 765 vid 09.10.2017 [Model application «Determination of protease activity of soils» № u2017 09 765 since 09.10.2017] (in Ukrainian).

Стаття надійшла в редакцію: 28.05.2017