

WITH THE ASSISTANCE OF:
SCIENTIFIC COUNCIL FOR SOIL SCIENCE ISSUES OF NAS OF UKRAINE
CORDOBA UNIVERSITY (SPAIN)
DNIPROPETROVSK REGIONAL NATURAL CONVERSATION SOCIETY
RESEARCH AND TRAINING CENTER OF O. GONCHAR DNU –
A. L. BELGARD PRYSAMARYA BIOSPHERIC STATION

ГРУНТОЗНАВСТВО

Vol. 14
no. 1–2 (22)

www.ussj.cv.ua

Kyiv – Dnipropetrovsk
2013

EDITORIAL BOARD:

S. A. Balyuuk; N. A. Bilova; A. V. Bogovin (Associate Editor); V. S. Chernyshenko; M. K. Chartko; S. G. Chornyi; V. A. Gorban (Managing Editor); D. M. Grodzinsky; F. Gurbuz; G. V. Dobrovolsky; V. I. Kanivets; N. R. Korpeyev; I. V. Kovda; I. A. Mal'tseva; D. O. Mel'nichuk; V. V. Morgun; L. P. Mytsyk; V. A. Nykorych; V. V. Nykyforov; M. J. Opanasenko; V. I. Parpan; V. M. Petrenko (Associate Editor); M. V. Polyakov; S. P. Poznyak; V. G. Radchenko (Associate Editor); J. G. Ray (Associate Editor); J. M. Recio Espejo (Associate Editor); M. S. Rozanova; Yu. R. Shelyag-Sosonko; S. O. Shoba; V. V. Shvartau; Gu Siyu; S. Skiba; O. O. Sozynov; P. C. Srivastava; V. S. Stogniy; K. M. Sytnik (Associate Editor); D. G. Tikhonenko; A. P. Travleyev (Editor-in-Chief); N. N. Tsvetkova; I. Kh. Uzbek; N. V. Zaymenko; V. M. Zverkovsky.

FOREIGN MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

J. G. Ray (Associate Editor); J. M. Recio Espejo (Associate Editor); M. K. Chartko; G. V. Dobrovolsky; F. Gurbuz; N. R. Korpeyev; I. V. Kovda; E. Nevo; M. S. Rozanova; S. O. Shoba; Gu Siyu; S. Skiba; P. C. Srivastava.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **А. П. Травлєєв** (голов. редактор); акад. УЕАН, д-р біол. наук **J. M. Recio Espejo** (заст. голов. редактора, Іспанія); акад. УЕАН, д-р біол. наук **J. G. Ray** (заст. голов. редактора, Індія); акад. НАНУ, д-р біол. наук **К. М. Ситник** (заст. голов. редактора); акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. Г. Радченко** (заст. голов. редактора); д-р біол. наук **А. В. Боговін** (наук. редактор); канд. іст. наук **В. М. Петренко** (наук. редактор); канд. біол. наук **В. А. Горбань** (відп. секретар); акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **С. А. Балюк**; д-р біол. наук **Н. А. Білова**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. М. Гродзинський**; д-р біол. наук **Gu Siyu** (Китай); д-р біол. наук **F. Gurbuz** (Туреччина); акад. РАН, д-р біол. наук **Г. В. Добровольський** (Росія); д-р біол. наук **Н. В. Заїменко**; д-р біол. наук **В. М. Зверковський**; д-р с.-г. наук **В. І. Канівець**; канд. біол. наук **І. В. Ковда** (Росія); акад. АН Туркменістану, д-р біол. наук **Н. Р. Корпєєв** (Туркменістан); д-р біол. наук **І. А. Мальцева**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Д. О. Мельничук**; д-р біол. наук **Л. П. Мицик**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Моргун**; канд. біол. наук **В. А. Нікорич**; д-р біол. наук **В. В. Никифоров**; д-р біол. наук **М. Є. Опанасенко**; д-р біол. наук **В. І. Парпан**; д-р геогр. наук **С. П. Позняк**; д-р фіз.-мат. наук **М. В. Поляков**; канд. біол. наук **М. С. Розанова** (Росія); д-р біол. наук **С. Скіба** (Польща); акад. НАНУ, акад. НААНУ, д-р с.-г. наук **О. О. Созінов**; д-р біол. наук **P. C. Srivastava** (Індія); канд. техн. наук **В. С. Стогній**; д-р с.-г. наук **Д. Г. Тихоненко**; д-р біол. наук **І. Х. Узбек**; д-р біол. наук **Н. М. Цветкова**; канд. фіз.-мат. наук **В. С. Чернишенко**; д-р геогр. наук **М. К. Чертко** (Білорусь); д-р с.-г. наук **С. Г. Чорний**; чл.-кор. НАНУ, д-р біол. наук **В. В. Швартау**; акад. НАНУ, д-р біол. наук **Ю. Р. Шеляг-Сосонко**; чл.-кор. РАН, д-р біол. наук **С. О. Шоба** (Росія).

ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Акад. УЕАН, д-р біол. наук **J. M. Recio Espejo** (Іспанія); акад. УЕАН, д-р біол. наук **J. G. Ray** (Індія); д-р біол. наук **Gu Siyu** (Китай); д-р біол. наук **F. Gurbuz** (Туреччина); акад. РАН, д-р біол. наук **Г. В. Добровольський** (Росія); канд. біол. наук **І. В. Ковда** (Росія); акад. АН Туркменістану, д-р біол. наук **Н. Р. Корпєєв** (Туркменістан); акад. НАНУ, д-р біол. наук **E. Nevo** (Ізраїль); канд. біол. наук **М. С. Розанова** (Росія); д-р біол. наук **С. Скіба** (Польща); д-р біол. наук **P. C. Srivastava** (Індія); д-р геогр. наук **М. К. Чертко** (Білорусь); чл.-кор. РАН, д-р біол. наук **С. О. Шоба** (Росія).

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Дніпропетровського національного університету ім. О. Гончара*

Адреса редколегії: Асоціація засобів масової інформації України, вул. Івана Кудрі, 26, м. Київ, Україна; Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, просп. Гагаріна, 72, 49010, м. Дніпропетровськ, Україна. *Телефони:* (056) 792-78-82, (0562) 76-83-81. *Web-сторінка:* www.ussj.cv.ua. *E-mail:* ecologgrunt@yahoo.com

© Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, 2013
© ТОВ «Агентство «Телепресінформ», 2013

TABLE OF CONTENTS

THEORETICAL ISSUES OF MODERN SOIL SCIENCE

<i>Medvedev V. V.</i> Time and spatial heterogenization of soil ploughed up	5
---	---

CHEMISTRY OF SOILS

<i>Ozhovan O. O.</i> The optical density of humine acids of automorphic soils of the north-western Prichernomorya region	23
---	----

BIOLOGY OF SOILS

<i>Shcherbyna V. V., Maltseva I. A.</i> Influence of pastoral digressiya on soil algae of steppe reserve biogeocenosis	29
<i>Bobryk N. Y., Kryvtsova M. V., Nikolaichuk V. I.</i> Biological activity of the pre-railway ecosystems soils for microbiological indicators	40
<i>Malinovskaya I. M., Litvinov D. V.</i> Monoculture cultivation impact on microbiological processes in the root zone of maize and soybeans	49
<i>Ellanska N. E., Levchyk N. Y., Yunosheva O. P.</i> Rhizosphere microbial community of genus <i>Vitex</i> L. representatives.....	61

FOREST SOIL SCIENCE

<i>Maltsev Eu. I.</i> Ecological features of algae communities in forest floor of floodplain oak woods in steppe area of Ukraine	70
---	----

RECLAMATION OF DISTURBED SOILS

<i>Kharytonov M. M., Resio Espejo J.M.</i> Prospects of the Nikopol manganese basin rocks using for land reclamation	78
<i>Zverkovsky V. N., Kuzenko Yu. N.</i> Requirements for technical stage of forest recultivation and their implementation	87
<i>Dovgaluk I. G., Kotovich A. V.</i> Soil salinization problem in Ukraine and prospects of waste soda products usage for land reclamation	94
<i>Gorban V. A., Malakei Z. A.</i> The role of physicochemical and physical research by forest recultivation in the steppe zone of Ukraine	102

TO THE AUTHORS' ATTENTION	110
--	-----

З М І С Т

ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА

<i>Медведев В. В.</i> Временная и пространственная гетерогенизация распахиваемых почв	5
--	---

ХІМІЯ ҐРУНТІВ

<i>Ожован О. О.</i> Оптична щільність гумінових кислот автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я	23
--	----

БІОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

<i>Щербіна В. В., Мальцева І. А.</i> Вплив пасторальної дигресії на ґрунтові водорості заповідних степових біогеоценозів	29
<i>Бобрик Н. Ю., Кривцова М. В., Ніколайчук В. І.</i> Біологічна активність ґрунтів призализничних екосистем за мікробіологічними показниками	40
<i>Малиновська І. М., Літвінов Д. В.</i> Вплив вирощування у монокультурі на мікробіологічні процеси у кореневій зоні кукурудзи та сої	49
<i>Елланська Н. Е., Левчик Н. Я., Юношева О. П.</i> Мікробні угруповання прикореневого ґрунту представників роду <i>Vitex</i> L.	61

ЛІСОВЕ ҐРУНТОЗНАВСТВО

<i>Мальцев Є. І.</i> Екологічні особливості альгоугруповань лісових підстилок заплавних дібров степової зони України	70
---	----

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ҐРУНТІВ

<i>Kharytonov M. M., Resio Espejo J.M.</i> Prospects of the Nikopol manganese basin rocks using for land reclamation	78
<i>Зверковский В. Н., Кузенко Ю. Н.</i> Требования к техническому этапу лесной рекультивации и их обеспечение	87
<i>Довгалик И. Г., Котович А. В.</i> Проблема засоленных почв Украины и перспективы использования отходов содового производства для их мелиорации	94
<i>Горбань В. А., Макалей З. А.</i> Роль физико-химических и физических исследований при лесной рекультивации в условиях степной зоны Украины	102

ДО УВАГИ АВТОРІВ	111
-------------------------------	-----

THEORETICAL ISSUES OF MODERN SOIL SCIENCE

УДК 631.4

В. В. Медведев, академик НААНУ, д-р биол. наук, проф.

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии
им. А. Н. Соколовского», г. Харьков, Украина, e-mail: vvmedvedev@ukr.net*

ВРЕМЕННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГЕТЕРОГЕНИЗАЦИЯ РАСПАХИВАЕМЫХ ПОЧВ

V. V. Medvedev, Academician of NAASU, Dr. Sci. (Biol.), Professor

*National Scientific Centre «O. N. Sokolovsky Institute for Soil Science
and Agrochemistry», Kharkov, Ukraine, e-mail: vvmedvedev@ukr.net*

TIME AND SPATIAL HETEROGENIZATION OF SOIL PLOUGHED UP

In the article the term «heterogenization» is used for a designation of increase of time and spatial heterogeneity (anisotropism) during long soil tillage. Heterogeneity is a consequence of diversity of bedrocks, their non-uniform rock breaking, various forms of a relief and mesorelief, redistributing in space of substances and energy, various lateral and the vertical migratory processes strengthening differentiation of textural elements, density, properties and modes. Except for listed, the considerable contribution to differentiation is brought agricultural machinery, agrotechnologies, reclamation. As a result of the described processes (natural and anthropogenous) it is formed original mosaic of genetic horizons, certainly, in the greatest measure characteristic for superficial layers. The materials received as a result of comparative researches of properties of virgin and ploughed up chernozems typical, ordinary and southern, and also results of studying of soil spatial heterogeneity to Polesye, Forest-steppes and Steppes of Ukraine by imposing on fields of a regular grid of elementary allotments are used.

A microstructure (including, in thin section made in horizontal and vertical directions), and also texture, structure composition and the basic water-physical properties are investigated.

Heterogeneity is inherent in soil already in an initial virgin condition because of anisotropism of textural elements, aggregates, properties and modes. Owing to various speeds of movement of moisture and solutions depending on a vector and in pores of the various size, a configuration and extent arise different directions of movements of thindispersed weights. Growth of roots, activity of microfauna, and also the disorder volumetric changes of a body of soil during humidifying/drying, freezing/defrostation, compaction/decompaction promote development of heterogeneity.

Tillage, influencing aggregates and pores, strengthens soil anisotropism and as a whole reduces stability of bulk density in time, especially in soils with initially lowered mechanical durability of structure.

Long tillage forms specific horizontal and vertical structures on a soil allotment. For a horizontal structure increase of equilibrium density in the lowered elements of a relief and at edges of fields is characteristic. For a vertical structure – accumulation of density in underarable layer (plow pan) and its gradual promotion in depth of root layer. Modern processes clayey, lessive and podsolised also promote of heterogeneity.

In soil ploughed up, mainly, due to anisotropism of structure and pore spaces heterogeneity is capable to be supported and amplify in time. The relief is that reason which supports heterogeneity of

a field in a horizontal direction and counteracts alignment of its fertility at tillage and application of fertilizers.

Increase of heterogeneity of soil ploughed up in time is the favorable precondition for development of precise agriculture, that is, differentiations, mainly, of fertilizers application, ways and intensity of tillage depending on soil properties in various parts of ground allotments.

Thus, for a long time the processable soil under action of agricultural use becomes polygenetic formation in which alongside with natural factors active participation accepts the anthropogenous factor.

Keywords: heterogeneity, vertical and horizontal profiles, influence of soil formation and anthropogenous processes.

В. В. Медведев, академик НААНУ, д-р биол. наук, проф.

*Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии
им. А. Н. Соколовского», г. Харьков, Украина, e-mail: vvmedvedev@ukr.net*

ВРЕМЕННАЯ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ГЕТЕРОГЕНИЗАЦИЯ РАСПАХИВАЕМЫХ ПОЧВ

Продолжительное распахивание почв усиливает (по сравнению с целиной) временную и пространственную гетерогенизацию (анизотропность, неоднородность) почв. Она проявляется в формировании анизотропных структур и, как следствие, анизотропного строения со специфическим горизонтальным и вертикальным профилями. Для горизонтального профиля характерно повышение равновесной плотности в пониженных элементах рельефа и на краях полей. Для вертикального профиля – аккумулялирование плотности в подпахотном слое и постепенное ее продвижение в глубину профиля почвы. Релаксация не устраняет неоднородности строения. Процессы оглинивания, лессиважа и оподзоливания также усиливают пространственную неоднородность. Рост неоднородности распахиваемых почв во времени является благоприятной предпосылкой для развития точного земледелия.

Ключевые слова: неоднородность, вертикальный и горизонтальный профили, влияние почвообразовательных и антропогенных процессов.

В. В. Медведєв, академік НААНУ, д-р біол. наук, проф.

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
ім. О. Н. Соколовського», e-mail: vvmedvedev@ukr.net*

ЧАСОВА ТА ПРОСТОРОВА ГЕТЕРОГЕНІЗАЦІЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ

Тривала оранка ґрунтів посилює (у порівнянні із цілиною) часову та просторову гетерогенізацію (анізотропність, неоднорідність) ґрунтів. Це проявляється у формуванні анізотропних структур і, як наслідок, анізотропної будови зі специфічним горизонтальним і вертикальним профілями. Для горизонтального профілю характерне підвищення рівноважної щільності в знижених елементах рельєфу й на краях полів. Для вертикального профілю – акумулювання щільності в підорному шарі й поступове її просування вглиб ґрунту. Релаксація не усуває неоднорідності будови. Процеси оглинювання, лесиважу й опідзолення також підсилюють просторову неоднорідність. Зростання неоднорідності орних ґрунтів з часом є сприятливою передумовою для розвитку точного землеробства.

Ключові слова: неоднорідність, вертикальний і горизонтальний профілі, вплив ґрунтоутворних і антропогенних процесів.

Применительно к почвоведению «geteros» (от греческого «другой») обозначает неоднородность почвенного покрова, которая имеет характерные временные и пространственные особенности. В контексте статьи термин «гетерогенизация» используется для обозначения возрастания временной и пространственной неоднородности в процессе длительного распахивания почв. Гетерогенность присуща почве уже в исходном целинном состоянии вследствие анизотропности ее вещественного состава, свойств и режимов. Как увидим далее, анизотропны сама

основа почвы, ее гранулометрические элементы – песок, пыль и глина, порой очень разнородны их соотношения в вертикальном и горизонтальном направлениях, образуя специфические профили, различаются в зависимости от вектора их режимы, обменные и миграционные процессы. Неоднородности и различиям в вертикальном и горизонтальном направлениях содействует поровое пространство, которое никогда не бывает изотропным.

Внутри любого генетического горизонта действуют факторы, содействующие дифференциации гранулометрических элементов, свойств и режимов. Среди причин можно указать на различную интенсивность почвообразовательного процесса по вертикали и по горизонтали. Как известно, последнее явление вызывается хотя бы в силу действия закона Дарси. Именно благодаря различным скоростям движения влаги и растворов в зависимости от вектора и в порах различного размера, конфигурации и протяженности возникают разнонаправленные движения тонкодисперсной массы. Рост корней, деятельность микрофауны, а также неупорядоченные объемные изменения тела почвы в процессе увлажнения/высушивания, замерзания/размерзания, уплотнения/разуплотнения усиливают пространственную дифференциацию.

Стоит также упомянуть о силовых воздействиях воды и ветра, вызывающих деформацию и перемещение частиц, микро- и даже макроагрегатов, постоянных перемещениях почв при обработке почв склонов (техническая эрозия), в процессе геоэкоаномалий (оползнях, просадках, селях) и прочих явлениях.

В результате описанных процессов (природных и антропогенных) формируется своеобразная мозаичность генетических горизонтов, разумеется, в наибольшей мере характерная для поверхностных слоев.

Неоднородность также является следствием пестроты подстилающих пород, неравномерного их выветривания, различных форм рельефа и мезорельефа, перераспределяющих в пространстве вещества и энергию, разнообразных латеральных и вертикальных миграционных процессов, усиливающих дифференциацию гранулометрических элементов, сложения, свойств и режимов. Кроме перечисленного, немалый вклад в дифференциацию вносят сельскохозяйственная техника, агротехнологии, мелиорации. Следствием антропогенных воздействий может быть оглинивание, усиление нисходящего перемещения тонкодисперсных элементов. Пространственная дифференциация бывает следствием причин в прошлом (реликтовая дифференциация) или причин, активно действующих сегодня (рецентная дифференциация). Кажется, наличие пространственной дифференциации в почвенном покрове или в почвенном профиле – очевидное доказательство неустойчивости почв под действием природных и антропогенных причин, нарушений в естественном ходе почвообразовательных процессов. Как видим, причин дифференциации множество. В то же время ее следствия не столь разнообразны. Главное из них – усиление variability свойств и режимов в вертикальном и горизонтальном направлениях, что, конечно же, должно быть учтено в генетических, агрономических и экологических целях. Мы уверены, что пространственная дифференциация должна стать обязательным объектом исследований, ибо ее решающее влияние на почву, свойства и процессы, и в равной мере, на земледельческие технологии очевидно.

Закономерности неоднородности почвенного покрова лучше изучены на макроуровне (глобальном, континентальном, зональном, провинциальном, ландшафтном) и хуже – на уровне земельной делянки, то есть, там, где изменения факторов почвообразования не столь заметны. В то же время наличие неоднородности на этом уровне чрезвычайно важно, так как обуславливает развитие нового направления – точного земледелия, эффективного как в экономическом, так и в природоохранном аспектах.

В статье будет рассмотрена неоднородность почв в условиях целины и пашни и приведены аргументы в пользу возрастания гетерогенизации морфологического строения и свойств почв в условиях длительной распашки. Последнее означает, что точное земледелие является перспективным направлением в сельскохозяйственном использовании почв и его актуальность со временем возрастет.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В статье использованы материалы лаборатории геоэкофизики почв ННЦ «ИПА им. А.Н. Соколовского», полученные в результате длительных сравнительных исследований свойств целинных и распаханых преимущественно черноземов типичных, обыкновенных и южных, а также результаты изучения пространственной неоднородности земельных участков в Полесье, Лесостепи и Степи Украины.

Исследованы микростроение (в том числе, в шлифах, изготовленных в горизонтальном и вертикальном направлениях), а также гранулометрический, структурно-агрегатный составы и основные водно-физические свойства. Подробнее объекты и методы исследования изложены в наших работах (Медведев, 1988, 2004, 2007, 2008, 2009).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Неоднородность гранулометрических элементов. Наличие пространственной дифференциации гранулометрических элементов в отдельном горизонте хорошо диагностируется в прозрачных ориентированных шлифах с использованием поляризационного микроскопа. Верхние генетические горизонты почвы, в которой присутствуют нисходящие процессы перемещения тонкодисперсных частиц, обычно имеют свободные от неагрегированных частиц поры, а поверхности первичных минералов в них «отмыты» от пелитовых продуктов. Глубже по профилю, в иллювирированных горизонтах появляются следы грубых форм ориентированной глины в виде натеков на стенках пор и поверхностях агрегатов. Чем больше в горизонте натеков ориентированной глины в порах или на агрегатах, тем сильнее в данном горизонте выражены процессы аккумуляции (иллювирирования) тонкодисперсных частиц. В то же время наличие в горизонте слабо развитых форм ориентированной глины (полоски, «искорки» и др.) свидетельствует лишь об активизации тонкодисперсной части почвы, но отнюдь не о ее перемещении. Именно такие формы ориентированной глины свидетельствуют о метаморфизации (преобразовании) почвенного материала на месте.

Скоагулированная плазма из округлых многопорядковых агрегатов обычно прочно закреплена и лишена каких либо признаков подвижности.

Количественной мерой пространственной дифференциации могут служить данные исследования содержания физической глины в черноземе типичном, полученные в 45 точках опробования на поле размером 50 га. Точки опробования были приурочены к узлам взаимно пересекающихся маршрутов, равномерно проложенных на поле. Результаты этого исследования подробно отражены в табл. 1 и на рис. 1.

Как видно из таблицы и рисунка, несмотря на умеренные показатели вариабельности, почти нормальный характер пространственного распределения показателей в выборке и небольшие показатели асимметрии, пространственная неоднородность физической глины очевидна. Она доказывается достоверным отклонением автокорреляционной функции от нуля, наличием ясно выраженных пиков на спектральной плотности дисперсии, а также достаточно пестрыми 2-D- и 3-D – диаграммами.

Представляет интерес совмещение вариограмм разных свойств (рис. 2). Напомним, что такое совмещение показывает, насколько похожи или различны в пространстве характеристики неоднородности. Этот анализ лишний раз подчеркивает,

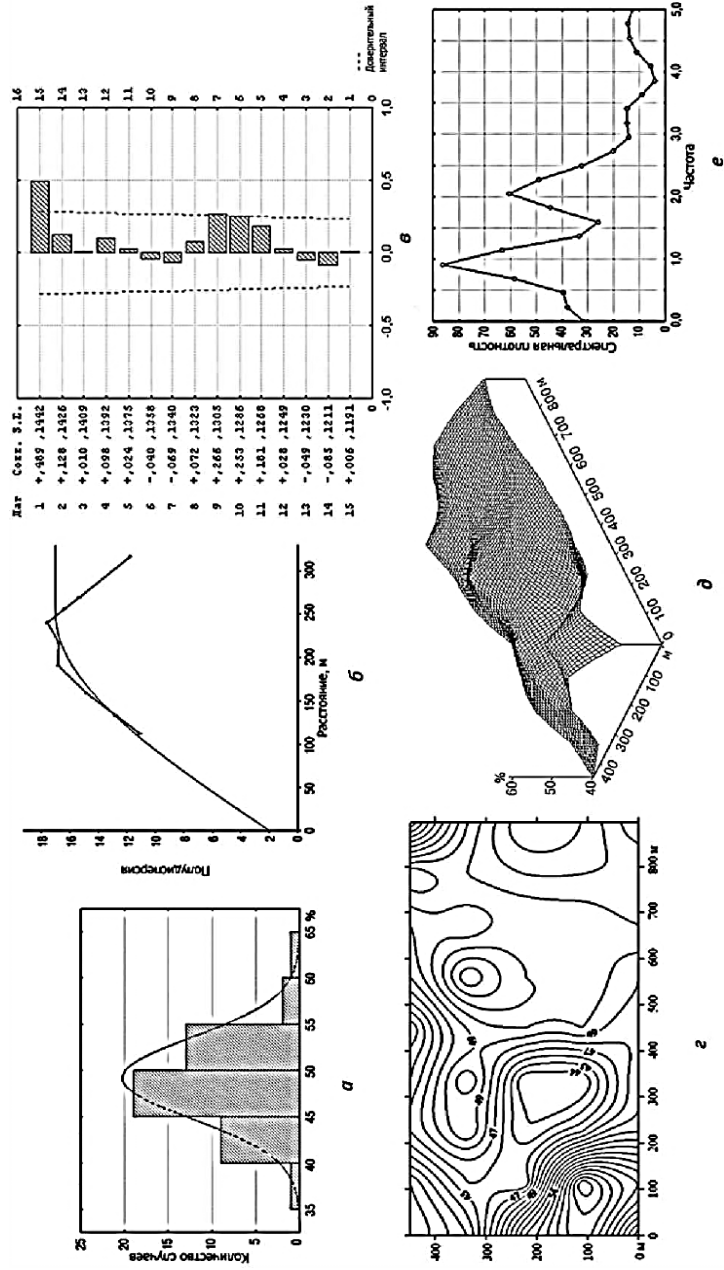


Рис. 1. Пространственные геостатистические оценки физической глины в черноземе типичном:
а – гистограмма распределения значений; б – экспериментальная и аппроксимированная вариограмма;
в – автокорреляционная функция (Cott – коэффициент корреляции; SE – стандартная ошибка;
Лag – нормированное расстояние между точками опробования); г – 2-D-диаграмма;
д – 3-D-диаграмма; е – спектральная плотность дисперсии;
жс – площади контуров с различными значениями показателей

Содержание физической глины, %	Площадь	
	%	га
40–44	6,62	2,66
44–48	23,94	9,61
48–52	53,29	21,39
52–56	11,54	4,63
56–60	4,42	1,77
60–64	0,18	0,07

что между различными показателями имеется определенная синхронность их изменения в пространстве, и она действительно в значительной мере управляется гранулометрическим составом.

Таблица 1

Статистические и геостатистические оценки пространственного распределения физической глины в черноземе типичном

Статистические и геостатистические оценки, единицы измерения	Параметры
Размах колебаний, %	21
Полусумма крайних значений, %	50,5
Минимальное значение, %	40,0
Верхний квартиль, %	46,0
Медиана, %	50,0
Нижний квартиль, %	51,0
Максимальное значение, %	61,0
Среднее значение, %	49,2
Стандартное отклонение	4,39
Дисперсия	19,3
Коэффициент вариации	0,089
Коэффициент асимметрии	0,113
Наггет-эффект	2
Порог дисперсии	16
Радиус корреляции, м	240

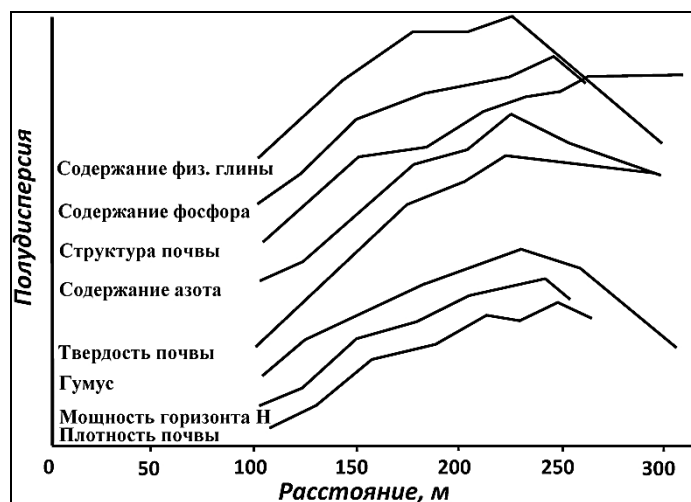


Рис. 2. Ковариограммы пространственного распределения полудисперсии физической глины с другими свойствами почв

Оглинивание – вероятно, начальная стадия формирования неоднородности почв под действием обработки. Одним из первых на возможность оглинивания в черноземах (генетически недифференцированных почвах) под действием длительного сельскохозяйственного использования обратил внимание И. А. Крупеников (1978), в дальнейшем существование оглинивания в черноземных почвах обнаружили Ф. Ш. Гарифуллин (1979), А. В. Королев (2008). В нашей работе (Медведев, 1988) этот процесс также нашел свое подтверждение. Правда, по результатам гранулометрического анализа трудно было доказать повышение

содержание ила в длительно распахиваемой пашне по сравнению с абсолютно заповедной целиной. Однако, если определить удельную поверхность почвы по сорбции молекул воды из пара с упругостью 0,2 (по Кутилеку), суммарную активную поверхность (по сорбции воды из паров с упругостью от 0,35 до 0,98 в соответствии с рядом Обермиллера) и ультрапористость (по сорбции молекул бензола – неполярная жидкость – при упругости его паров от 0,23 до 0,8 кПа), то можно получить доказательства изменения качества поверхности почв после длительной обработки. Как известно, названные жидкости достаточно хорошо отражают даже небольшие изменения состояния поверхности почвы. При этом по сорбции влаги можно получить наиболее адекватное представление о величине поверхности почвы (Воронин, 1959), по сорбции бензола – о ее ультрапористости (Антипов-Каратаев, 1948), а при сопоставлении этих данных (при одинаковом рF) – о гидрофильности и гидрофобности почв как сорбентов (эластичности или жесткости их структуры). Оказалось, что черноземы представляют собой преимущественно сорбенты нежесткой эластичной структуры, потому что последняя изменяется в процессе самой сорбции (Медведев, 1988).

Неоднородность (анизотропность) структуры и сложения. В процессе продолжительного воздействия на почву почвообрабатывающих рабочих органов изменяется размер, форма и поровое пространство агрегатов. Если для целины чаще всего присуще изотропное (или близкое к нему) строение, при котором свойства почвы слабо зависят от направления – вектора, то для пашни характерно анизотропное строение, свойства которого различаются в зависимости от выбранного направления. Иллюстрацией этого факта служат результаты микроморфометрирования почвенных агрегатов в шлифах, изготовленных в двух ориентациях – горизонтальной и вертикальной (табл. 2). Анизотропность сложения, как это логично предположить, обусловлена анизотропностью размеров структурных комочков.

Таблица 2

Микроморфометрические исследования структуры и видимой пористости почв целины и пашни в ориентированных шлифах (среднее из 25 объектов)

Почва	Тип использования	Размер преобладающих отдельностей, мм	Суммарная видимая пористость (более 15 мк, в % к площади шлифа)	
			в горизонтальной ориентации	в вертикальной ориентации
Чернозем типичный среднесуглинистый	залежь пашня	2,0 x 3,0 x 0,8	28	30
		1,0 x 1,5 x 0,7	33	20
Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый	залежь пашня	1,5 x 2,0 x 1,5	27	27
		1,2 x 1,0 x 0,9	21	15
Чернозем южный слабосолонцеватый легкоголинистый	целина пашня	0,5 x 0,5 x 0,5	11	9
		0,4 x 0,4 x 0,3	40	16

В агрегатах пашни, как правило, отсутствует почти обязательная для агрегатов целины окантовка гуматной (предположительно гидрофобной, сообщающей ему дополнительную устойчивость) пленкой, резко возрастает рельефность, деформированность, а вместе с ними – снижается совершенство их очертаний. Коэффициент оформленности агрегатов (по типу коэффициента окатанности галек Уэйделла-Кухаренко, по Атласу текстур и структур осадочных пород, 1962) для агрегатов обрабатываемых слоев достигает 0,15–0,30, а в черноземе южном – ниже 0,10 против 0,40–0,50 на целине при максимуме по эталону 0,90. Значительно изменяются порядковость агрегатов и соотношение агрегатов высокого и низкого порядков.

При обработке нарушается характерная для целины стабильность порового пространства, уменьшается длина пор одного диаметра. Поры заполняются микроагрегатами и тонкодисперсным неагрегированным материалом. В обрабатываемом слое формируются два типа скоплений агрегатов: индивидуальные обособленные и искусственно сближенные. При обработке происходит резкое взрыхление отдельностей, их разрушение (в шлифе в этой фазе обнаруживается большое количество пор и отдельных макро- и микроагрегатов), далее отдельности сближаются по вертикальной оси, плотность быстро нарастает и формируются макроагрегаты. Характерны изменения строения агрегатов в процессе восстановления равновесной плотности: растет их порядковость вследствие агрегации неагрегированного материала, улучшается оформленность (видимо, в результате роста корней и деятельности почвенной фауны).

При обработке резко возрастает количество межагрегатных пор (обычно поры размером 15–20 мк), которые даже при увлажнении, равном наименьшей влагоемкости (28–32 % от массы почвы) не могут удержать капиллярную влагу (расчет по формуле Жюрена). Поры такого размера характеризуются высокой влагопроводностью (именно поэтому впитывание влаги на пашне в первые часы наблюдений, существенно выше, чем на целине). Вода в них не задерживается: она либо стекает в нижележащие слои почвы, либо испаряется. Ценность таких пор в обеспечении растений влагой невелика. Их роль сводится к восприятию осадков и осуществлению процессов газообмена с атмосферой. Если исходить из того, что оптимальное соотношение меж- и внутриагрегатных пор должно приближаться к единице (Дояренко, 1963), то полученные соотношения указывают на избыточное количество межагрегатных пор во всех исследованных черноземах даже на целине, при этом обработка еще более ухудшает их соотношение. Важно подчеркнуть, что чем выше порядковость агрегатов, тем более они содержат внутриагрегатных обводненных пор, где происходит водно-минеральное питание растений.

В процессе релаксации (восстановления модальной плотности, характерной для целины) анизотропность сохраняется. Непосредственно после обработки резко возрастает видимая пористость в шлифах, причем ее размер по горизонтали существенно превышает размер по вертикали. В дальнейшем по мере оседания поднятого плугом пласта почвы пористость падает, но различие в видимой пористости по горизонтали и вертикали не уменьшается. Более того, в старопашотной почве осколки разрушенных агрегатов накапливаются в горизонтальных порах, кольматируя их. В результате в равновесном состоянии распахиваемые почвы характеризуются повышенной анизотропностью по сравнению с целиной (залежью), что, очевидно, служит непосредственной причиной более высокой вариабельности водно-физических свойств на пашне. В то же время вертикальные поры относительно чистые. Именно по этим порам устремляются преференциальные (турбулентные, хаотические) потоки влаги, которая может проникнуть вглубь почвы, не взаимодействуя с ней.

Анизотропность достаточно хорошо коррелирует с водоустойчивостью почвенных агрегатов. Чем она выше, тем выше подвижность тонкодисперсной органической и минеральной частей почвы и ниже водоустойчивость агрегатов. К сожалению, мы не располагаем результатами векторного изучения водно-физических и физико-механических свойств почв, однако некоторые (правда, немногочисленные) данные подтверждают существенные различия свойств почв в зависимости от выбранного вектора (Talsma, 1960; Sagauan, 1965).

Детальные исследования гидравлической проводимости в вертикальной и горизонтальной ориентациях провели С. G. Soracco et al. (2010) из Аргентины на лугово-черноземных солонцеватых почвах (Luvic Phaeozems). Оказалось, что обрабатываемый слой почвы независимо от способа обработки обладал выраженной анизотропностью. Горизонтальная гидропроводимость была в 5 раз выше

вертикальной. Важно, что даже на нулевой обработке сохранялись отчетливые признаки, видимо, реликтовой, анизотропности. В то же время в подпахотном слое анизотропность почти отсутствовала, как и в нашем исследовании на целинной почве.

Е. Б. Скворцова (2009) рекомендует оценки деградированности почв по физическим показателям дополнять пространственно-геометрическими признаками почвенной структуры и пор. Так, в процессе длительного использования почв изменяется форма агрегатов от комковатой до угловато-блоковой, формируется плитчатая структура с горизонтальной ориентацией пор, исчезают обособленные структурные отдельности и возникает массивная структура. Эти наблюдения, полагаем, подтверждают установленное нами положение об усилении анизотропности в длительно распахиваемых почвах. Причем, как установил К. Г. Моисеев и др. (2004), с увеличением длительности распашки прочность агрегатов снижается. Можно предположить, что с длительностью распашки возрастают анизотропные свойства почв.

Наличие анизотропности в длительно используемых подзолистых почвах было подтверждено с помощью электрического зондирования (Поздняков, 2009).

Таким образом, обработка, воздействуя на агрегаты и поры, усиливает анизотропность почв и, в целом, снижает стабильность сложения во времени, особенно в почвах с исходно пониженной механической прочностью структуры, как это прослеживалось на примере чернозема южного.

Равновесная плотность сложения (определенная в середине лета, не менее чем через два месяца после последней обработки) на пашне была существенно выше, чем на целине. Причем для всех исследованных подтипов черноземов разница была достоверной в пахотном и подпахотном слоях. Это, скорее всего, является следствием разрушения структуры и изменения ее формы в процессе длительной механической обработки. Важно подчеркнуть, что равновесная плотность проявляет тенденцию к возрастанию со временем. Мы установили это, используя целинный чернозем южный заповедника «Аскания-Нова» (Херсонская область) и рядом расположенный участок той же почвы, распахиваемый более 100 лет. Измерения плотности (в 6-ти кратной повторности), произведены в середине лета с интервалом в 15 лет – в 1967, 1982 и 1997 гг. Оказалось, что плотность на целине на протяжении 30 лет оставалась постоянной. В верхнем слое 0–20 см, обогащенном корнями, она была близка к $1,00 \text{ г/см}^3$, в слое 20–40 см – в пределах $1,15\text{--}1,22 \text{ г/см}^3$, в слое 40–70 см – приближалась к $1,30 \text{ г/см}^3$, в слое 70–110 см – не выше $1,34 \text{ г/см}^3$. Эти значения можно рассматривать как наиболее характерные для данной почвы, которая пребывает в природном состоянии, без влияния ходовых устройств машинно-тракторных агрегатов, уборочной техники, других агроприемов.

На пашне до глубины 60–80 см плотность достоверно выше, причем расхождения в верхнем слое достигают $0,3 \text{ г/см}^3$. Отметим: это значительное различие, что обуславливает существенные расхождения между целиной и пашней. Подчеркнем – пашня в рыхлом состоянии, то есть, близком к уплотнению целины, пребывает не более 2-х месяцев. На протяжении остального времени года, не менее 10 месяцев, она переуплотнена. Уже в 1967 г. она была в переуплотненном, явно отличном от природного, состоянии. Ясно, что это аккумулятивное уплотнение является следствием продолжительной распашки и применения других технологических операций. В последующие 30 лет уплотнение распространялось глубже по профилю – с 60 до 80 см. Верхняя часть профиля при этом оставалась в том же состоянии (рис. 3).

Таким образом, длительное сельскохозяйственное использование почвы существенно изменило профиль плотности сложения и продолжает аккумулировать уплотнение в его глубине, что не может не усилить пространственную неоднородность обрабатываемой почвы в вертикальном направлении по сравнению с целиной.

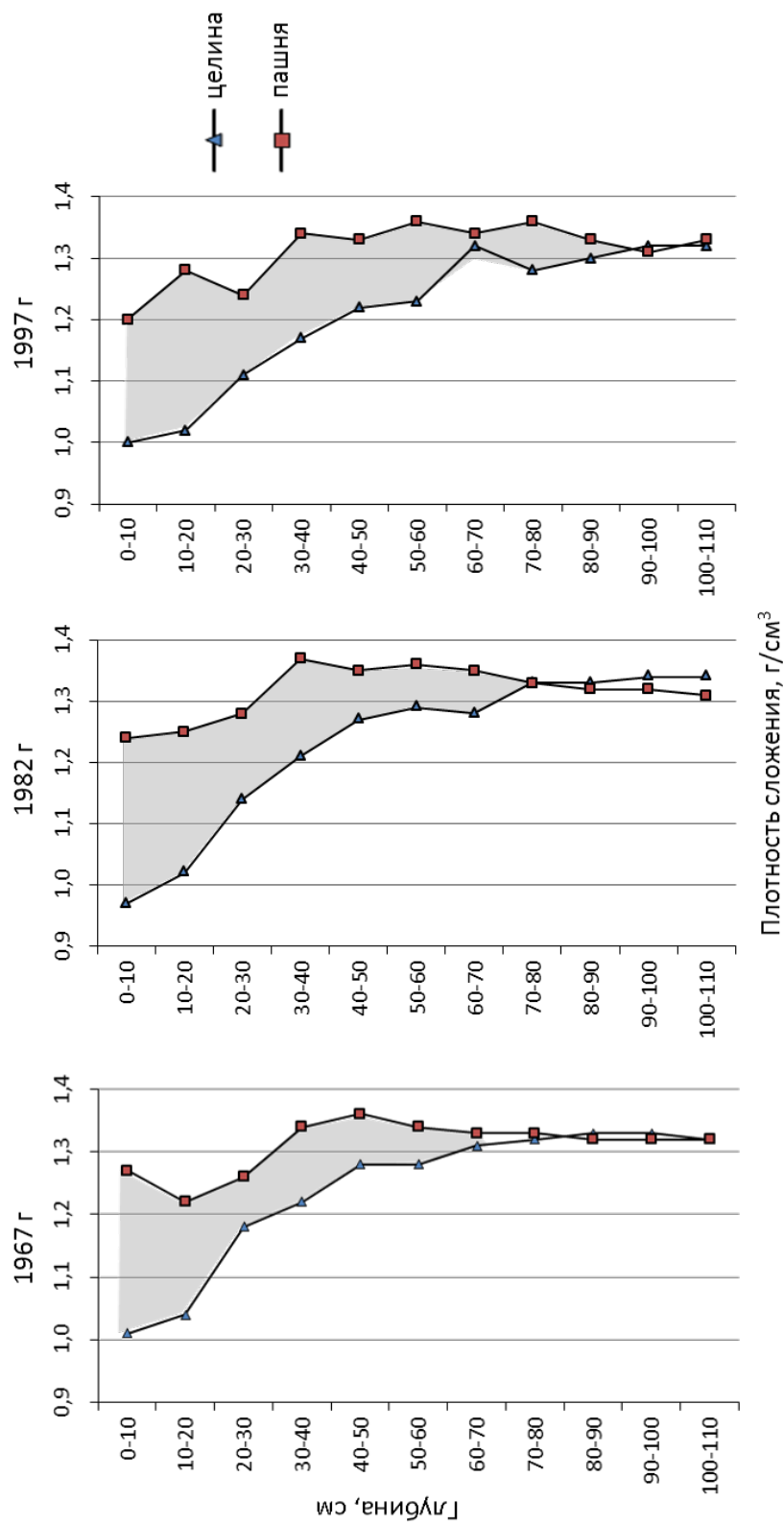


Рис. 3. Равновесная плотность сложения чернозема южного в условиях целины и продолжительной распашки (г/см³)

Важно заметить, что наиболее дифференцированный профиль по уплотнению характерен для черноземных почв, наименее дифференцирован у почв с выраженным подзолистым и солонцовым процессами. Оказалось, что Н-горизонт черноземных почв примерно на 30–35 % разуплотнен в сравнении с почвообразующей породой – лессом или лессовидным суглинком. Напротив, в дерново-подзолистых почвах и солонцах мера разуплотнения минимальна – 1–15 %, остальные почвы занимают промежуточное положение (Медведев, 2004). Значит, мера разуплотнения почв (по отношению к породе) может быть важным диагностическим признаком почвообразовательного процесса. Правда, интерпретация этих данных несколько отличается от традиционной, где, например, черноземные почвы считаются наименее, а подзолистые и солонцы – наиболее дифференцированными.

Конечно, наибольшее разуплотнение черноземов по отношению к породе – следствие усиленного развития корней, что сопутствует дерновому процессу почвообразования, агрегации и, особенно, микроагрегации. Этому же содействует доминирование в почвенном поглощающем комплексе кальция. По этой причине верхние горизонты таких почв оказались наиболее преобразованными по отношению к породе (табл. 3).

Таблица 3

**Матрица парной корреляции между показателями плотности сложения
в отдельных генетических горизонтах и породе**
(над чертой – коэффициент корреляции, под чертой – число дат, вовлеченных в анализ)

Генетические горизонты	1	2	3	4	5	6
1		<u>0,83</u> 86	<u>0,69</u> 90	<u>0,32</u> 71	<u>0,19</u> 57	<u>-0,05</u> 13
2			<u>0,79</u> 211	<u>0,68</u> 210	<u>0,63</u> 157	<u>0,57</u> 216
3				<u>0,87</u> 234	<u>0,78</u> 170	<u>0,69</u> 241
4					<u>0,87</u> 168	<u>0,73</u> 239
5						<u>0,88</u> 175
6 (порода)						

Как следует из таблицы, плотность сложения почв унаследована от плотности породы, а процесс почвообразования снижает плотность сложения почв и формирует характерный профиль ее распределения – для дернового процесса ясно дифференцированный, подзолистого и солонцового – наименее дифференцированный. Эти рассуждения, как представляется, несколько обогащают традиционную интерпретацию почвообразовательных процессов и доказывают состоятельность плотности сложения почв как генетически важного показателя. Это же означает, что дифференциация профиля содействует неоднородности.

Горизонтальная неоднородность. Важной особенностью обрабатываемой почвы по сравнению с целиной является возрастание ее неоднородности в горизонтальном направлении. Для доказательства этого приведем результаты изучения пространственной неоднородности содержания в почве общего гумуса (пример обычно умеренно вариабельного показателя) и подвижного фосфора (показатель повышенной вариабельности) на целинной и распаханной земельной делянке (табл. 4).

Таблица 4

**Пространственная вариабельность содержание гумуса и подвижного фосфора
на целине и пашне чернозема типичного, слой 0–20 см (Сумская обл.)**

Показатель	Коэффициент пространственной вариабельности	
	Абсолютно заповедная целина	Пашня свыше 100 лет использования
Содержание общего гумуса	0,08	0,12
Содержание подвижного фосфора	0,09	0,56

Из этого совпадения напрашивается вывод о том, что рельеф является той причиной, которая поддерживает во времени неоднородность поля в горизонтальном направлении и противодействует выравниванию его плодородия при обработке. Более того, под действием длительной обработки в почвенном покрове формируется своеобразный горизонтальный профиль (Медведев, 2010). Края полей из-за более высокого уровня воздействия машинно-тракторных агрегатов, как правило, переуплотнены, а после обработки образуют повышенную глыбистость, препятствующую качественной разделке почвы и точному высеву семян при посеве (рис. 4).

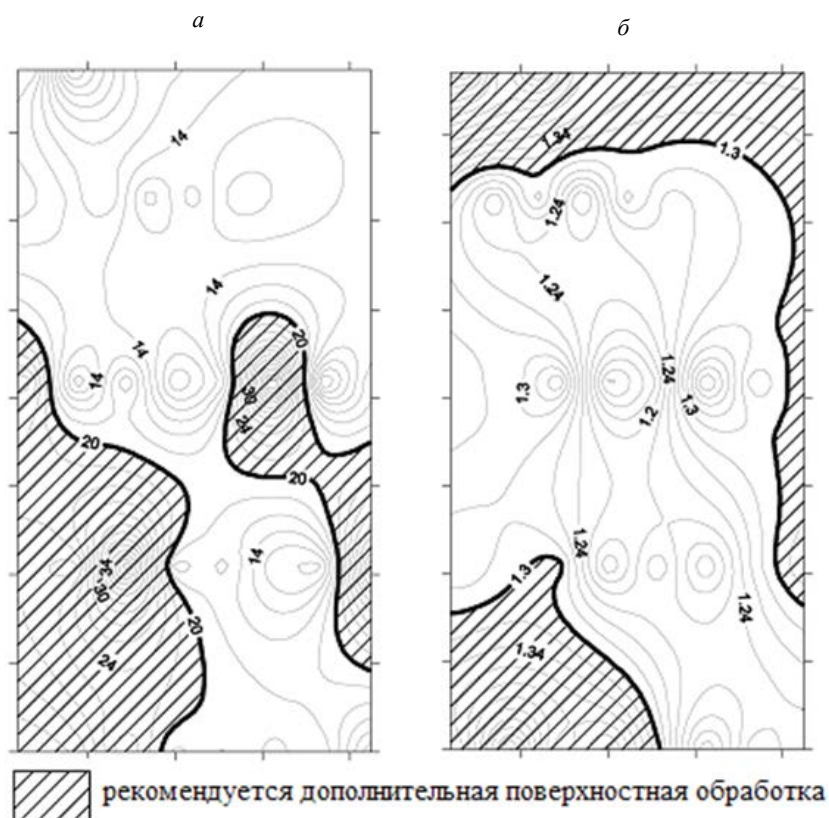


Рис. 4. Содержание глыб (а, %), плотность слоения (б, г/см³)
в поверхностном слое 0–5 см перед посевом озимой пшеницы
на дерново-подзолистой почве (с. Ведильцы, Черниговская область)

Дифференциация профиля при обработке является широко известным фактом, неоднократно описанным в литературе. Причем независимо от того, сопровождается обработка почвы оборотом пласта или нет, дифференциация профиля по плотности сложения, а значит, и всем другим свойствам и режимам, присутствует всегда. Пахотный слой это уже не просто слой почвы, который обрабатывается. Фактически это новый генетический горизонт со специфическим строением, свойствами, экологическими функциями в отношении режимов восприятия влаги, эмиссии, обмена веществ и энергии. Если к этому добавить достаточно четкое подразделение этого горизонта на отдельные ясно выделяемые морфологически и функционально посевной и подпосевной слои (ведь они постоянно и по разному обрабатываются), а также часть, куда заделываются семена и удобрения, и, кроме того, также ясно обособленную плужную подошву, то не кажется преувеличением утверждение о формировании в результате продолжительной обработки фактически новой почвы. Ее, как мы знаем, уже признали и ввели в классификацию почв почвоведы многих стран и называли агроземом или антропогенно преобразованной почвой.

Весьма примечательно, что плужная подошва, характерная практически для всех распаиваемых почв (Медведев, 2011), не имеет оплошности в пределах поля и тем самым существенным образом усложняют пространственную неоднородность сложения корнеобитаемого слоя почв (рис. 5).

Кроме новых черт, которые привносятся в почву обработкой и связанных с пространственно-временными изменениями ее строения, структуры и плотности сложения, одновременно следует различать трансформации почвообразовательного процесса. Фактически давно обрабатываемая почва под действием продолжительной обработки становится полигенетическим образованием, то есть, образованием, в котором наряду с природными факторами почвообразования активное участие принимает антропогенный фактор.

В черноземных почвах, где дифференциация профиля в отношении тонкодисперсной части отсутствует, длительная механическая обработка вызывает ее активизацию на месте (*in situ*) и начальные признаки слабой нисходящей миграции (Медведев, 1989). В почвах с дифференцированным профилем (дерново-подзолистые, и другие) длительная обработка содействует формированию культурного агрозема с мощным аккумулятивным верхним горизонтом и почти оптимальными параметрами. Это при условии, что сопровождается применением элементов высокой культуры земледелия (удобрения + известкование) (Смеян, 2007). Однако, независимо от направленности почвообразовательного процесса, длительная обработка, скорее всего, усиливает дифференциацию профиля по сравнению с природным аналогом во всех, без исключения, почвах.

Рассмотрим этот вопрос несколько подробнее, обратив особенное внимание на отдельные процессы, содействующие дифференциации профиля.

Лессиваж. В черноземных почвах легко- и среднесуглинистого гранулометрического состава под действием длительной обработки появляются микроморфологические признаки ориентированной глины и ее миграции (Медведев, 1989). Правда, чешуйчато-волокнистые формы глины, которые могут свидетельствовать о ее нисходящей миграции выражены слабо, но активизация тонкодисперсной части в виде оптически ориентированных глин струйчатого строения и, следовательно, ее метаморфизация на месте очевидна. Факторами, благоприятствующими лессиважу в пахотных типичных черноземах, можно считать их выщелоченность относительно целины, уменьшение в поглощающем комплексе Са и сужение соотношения между Са и Mg, подкисление почвенного раствора, уменьшение содержания гумуса и его лабилизацию, ослабление прочности органо-минеральных связей, диагностируемое по разрушению агрегатов, увеличение показателя анизотропности (соотношение величин видимой пористости в вертикальной и горизонтальной ориентации), более выраженную пульсацию

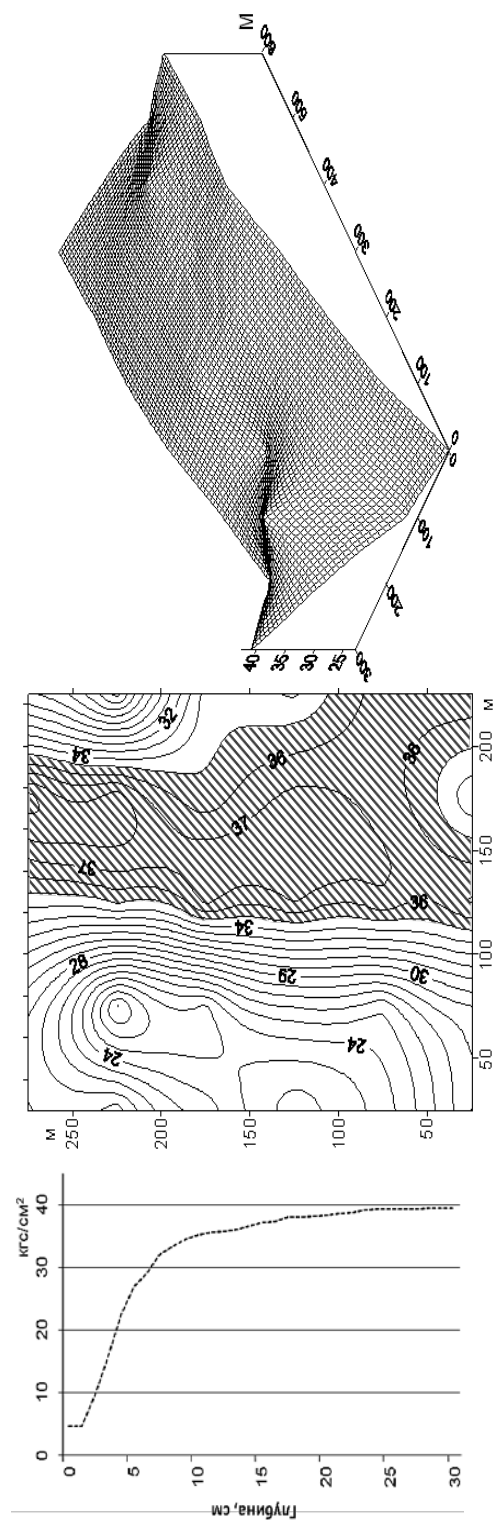


Рис. 5. 1-D- (в центре земельной делянки), 2-D- и 3-D-диаграммы твердости в плужной подошве земельной делянки с черноземом типичным (Харьковская обл.). На 2-D-диаграмме заштрихована часть поля с плужной подошвой, требующей разуплотнения

гидротермического режима, приводящую к развитию пор-трещин, периодическое глубокое промачивание, усиление гидрофильности и снижение жесткости при соответствующем увеличении эластичности поверхности структурных отдельностей.

Перечисленные факты свидетельствуют о том, что в типичных пахотных черноземах под влиянием длительной обработки наблюдается возрастание подвижности тонкодисперсной части, ее переориентация на месте и периодическая нисходящая миграция из горизонта Н (А) в горизонт Н_р (АВ₁). Это косвенно доказывается наличием отчетливой горизонтально-вертикальной делимости структур, кремнеземистой присыпки, а также характером перераспределения глины. Если в горизонте Н последняя относительно равномерно распределена в массе, то в горизонте Н_р проявляется тенденция ее сосредоточения в порах и околопоровом пространстве. Изложенное свидетельствует о начальных признаках превращения чернозема типичного мощного в чернозем типичный мощный деградированный.

Оподзоливание. В дерново-подзолистых почвах, в которых дифференциация профиля является генетически присущей, под действием длительной обработки возможны различные направления преобразования профиля. Один из них, как следствие увеличения глубины промачивания и образования преференциальных потоков, сопровождается усилением элювиальных процессов, другой – формированием нехарактерного для дерново-подзолистых почв агрогенно-преобразованного гумусо-аккумулятивного генетического горизонта, имеющего интенсивно-темно-серую или темно-серую однородную окраску и довольно прочную мелкокомковатую, комковато-зернистую и зернистую структуру, умеренно плотное сложение и плотную подошву. При этом агрогенно-преобразованная почва приобретает следующие параметры: рН – 6,59; содержание гумуса 3,75–4,01 % (Смеян, 2007).

Таким образом, характерный для дерново-подзолистых почв элювиально-иллювиальный с кислой реакцией почвенного раствора тип профиля усложняется современным почвообразовательным процессом, очень похожим на дерновый аккумулятивный процесс.

В литературе можно найти и иные примеры трансформации профиля почв под действием сельскохозяйственного использования, а именно: постепенное неявное увеличение мощности иллювиального горизонта дерново-подзолистой почвы в Полесье под влиянием комплекса удобрительных и мелиоративных мероприятий, то есть активизация процессов оподзоливания и миграции (Ковалишин, 1982).

Устойчивость неоднородности почв в пространстве и во времени. Рассмотрим, как изменились границы между отдельными контурами на одной из исследованных делянок в Полесье в результате агрохимической паспортизации, проведенной с интервалом в 4 года с помощью наложения регулярной сетки (исследования выполнил А. И. Мельник). Изменения содержания гумуса на поле, произошедшие между двумя сроками обследования, наиболее удобно продемонстрировать на 2-D-диаграммах с одновременным расчетом площадей контуров.

Между двумя сроками обследования произошли заметные изменения в содержании гумуса. Подчеркнем, что они более заметны, чем это можно было ожидать, учитывая весьма значительную консервативность этого показателя. Вместе с тем, следует учесть, что исследованные нами почвы имеют легкий гранулометрический состав, как известно, характеризующийся невысокой устойчивостью к внешним «химическим» воздействиям. С другой стороны, нельзя не обратить внимание на то, что между 2001 и 2005 гг. значительная часть поля находилась в условиях естественного залужения, что и сказалось на возрастании содержания гумуса. В результате существенно уменьшилась площадь с уровнем содержания гумуса менее 1,3 % и, соответственно, возросла площадь с содержанием гумуса в интервале 1,3–1,9 %. Однако, выравнивания в содержании гумуса в почвах

Содержание гумуса в слое 0–20 см, %	Площадь контура	
	%	га
<1,1	12,4	13,0
1,1–1,3	33,8	35,5
1,3–1,5	32,9	34,6
1,5–1,7	12,4	13,0
1,7–1,9	4,0	4,2
1,9–2,1	2,5	2,6
>2,1	2,0	2,1

Содержание гумуса в слое 0–20 см, %	Площадь контура	
	%	га
<1,1	0,1	0,1
1,1–1,3	20,6	21,6
1,3–1,5	41,5	43,7
1,5–1,7	23,0	24,2
1,7–1,9	8,4	8,8
1,9–2,1	3,8	4,0
>2,1	2,5	2,6

ВЫВОДЫ

20

различного размера, конфигурации и протяженности возникают разнонаправленные движения тонкодисперсной массы. Рост корней, деятельность микрофауны, а также неупорядоченные объемные изменения тела почвы в процессе увлажнения/высушивания, замерзания/размерзания, уплотнения/разуплотнения содействуют развитию неоднородности.

Длительная распашка усиливает временную и пространственную неоднородность и формирует специфические ее горизонтальный и вертикальный профили. Для горизонтального профиля характерно повышение равновесной плотности в пониженных элементах рельефа и на краях полей, для вертикального профиля – аккумуляирование плотности в подпахотном слое и постепенное ее продвижение в глубь корнеобитаемого слоя. Современные процессы оглинивания, лессиважа и оподзоливания также способствуют неоднородности.

В распахиваемых почвах, главным образом, за счет рельефа и анизотропности структуры и порового пространства неоднородность способна поддерживаться и усиливаться во времени.

Возрастание неоднородности распахиваемой почвы во времени является благоприятной предпосылкой для развития точного земледелия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Антипов-Каратаев И. Н. О почвенном агрегате и методах его исследования / И. Н. Антипов-Каратаев, В. В. Келлерман, Д. В. Хан. – М. : АН СССР, 1948. – 82 с.

Antipov-Karataev, I. N., Kellerman, V. V., Khan, D. V., 1948, "About the soil aggregate and methods of its research", Moscow, Publishing House of AN USSR, 82 p.

Воронин А. Д. Характеристика активной поверхности фракций механических элементов комплекса почв светло-каштановой подзоны / А. Д. Воронин // Научн. докл. высшей шк. Биол. науки. – 1959. – № 3. – С. 189-192.

Voronin, A. D., 1959, "Characteristic of an active surface of of mechanical elements fractions of a soil complex of a light-brown subzone", *Science Reports of Supreme School. Biol. Sciences*, no. 3, pp. 189–192.

Гарифуллин Ф. Ш. Физические свойства почв и их изменение в процессе окультуривания / Ф. Ш. Гарифуллин. – М. : Наука, 1979. – 156 с.

Harifullin, F. Sh., 1979, "Soil physical properties and their change during of high land use", Moscow, Science, 156 p.

Ковалишин Д. І. Зміна родючості і властивостей дерново-підзолистих ґрунтів українського Полісся під впливом тривалого застосування добрив / Д. І. Ковалишин, Г. Ю. Платонова, Р. А. Андрияш // Агрохімія і ґрунтознавство. – К., 1982. – Вип. 43. – С. 12-18.

Kovalishin, D. I., Platonova, G. J., Andrijash, R. A., 1982, "Changes of soil fertility and properties of soddy-podsolic of Ukrainian Polissja under effect of a long time of fertilizers application", *Agrochemistry and Soil Science*, Kyiv, 43, pp. 12–18.

Королев В. А. Современное физическое состояние черноземов центра Русской Равнины / В. А. Королев. – Воронеж, Воронежская областная типография, изд. им. Е. А. Болховитинова, 2008. – 314 с.

Korolev, V. A., 2008, "Modern physical condition of chernozems of the center of Russian Plain", Voronezh, The Voronezh regional printing house of E. A. Bolhovitina, 314 p.

Крупеников И. А. Чернозем – наше богатство / И. А. Крупеников. – Кишинев : Картя Молдовеняскэ, 1978. – 106 с.

Krupenikov, I. A., 1978, "Chernozem – our riches", Kishinev, Maps of Moldova, 106 p.

Медведев В. В. Неоднородность как закономерное проявление горизонтальной структуры почвенного покрова / В. В. Медведев // Ґрунтознавство. – 2010. – Т. 11, № 1-2. – С. 6-15.

Medvedev, V. V., 2010, "Heterogeneity as natural display of horizontal structures of a soil cover", *Gruntoznavstvo*, 11, no. 1-2, pp. 6–15.

Медведев В. В. О лессиваже в пахотных типичных черноземах / В. В. Медведев // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 1989. – Вып. 51. – С. 4-5.

Medvedev, V. V., 1989, "About lessive in arable typical chernozems", *The bulletin of V. V. Dokuchaev Soil institute*, 51, pp. 4–5.

- Медведев В. В.** Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев. – Х. : 13 типография, 2004. – 244 с.
- Medvedev, V. V., 2004, "Soil bulk density (genetic, ecological and agronomical aspects)", Kharkiv, 13 Publishing printing house, 244 p.
- Медведев В. В.** Физические свойства и характер залегания плужной подошвы в разных типах пахотных почв / В. В. Медведев // Почвоведение. – 2011. – 12. – С. 1487-1495.
- Medvedev, V. V., 2011, "Physical properties and character of plow pan distribution in different types of arable soil", *Eurasian Soil Science*, no. 12, pp. 1487–1495.
- Медведев В. В.** Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 2. Результаты исследований / В. В. Медведев. – Х. : Городская типография, 2009. – 259 с.
- Medvedev, V. V., 2009, "Soil Heterogeneity and Precise Agriculture. Part 2. Results of researches", Kharkiv, The city printing house, 259 p.
- Моисеев К. Г.** Влияние длительной распашки на прочность почвенных агрегатов / К. Г. Моисеев, М. А. Романов // Почвоведение. – 2004. – 6. – С. 697-701.
- Moiseev, K. G., Romanov, M. A., 2004, "Influence of long tillage on durability of soil aggregates", *Eurasian Soil Science*, no. 6, pp. 697–701.
- Поздняков А. И.** Анизотропия свойств некоторых антропогенно преобразованных почв подзолистого типа / А. И. Поздняков, А. В. Русанов, С. М. Шалагинова, А. Д. Позднякова // Почвоведение. – 2009. – 11. – С. 1308-1319.
- Pozdnjakov, A. I., Rusanov, A. V., Shalaginova, S. M., Pozdnyakov, A. D., 2009, "Anisotropy of properties of the some anthropogenic soil transformed of podsol type", *Eurasian Soil Science*, no. 11, pp. 1308–1319.
- Скворцова Е. Б.** Изменение геометрического строения пор и агрегатов как показатель деградации структуры пахотных почв / Е. Б. Скворцова // Почвоведение. – 2009. – 11. – С. 1345-1353.
- Skvortsova, E. V., 2009, "Change of a geometrical structure of pores and aggregates as a parameter of degradation of arable soil structure", *Eurasian Soil Science*, no. 11, pp. 1345–1353.
- Смеян Н. И.** Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси / Н. И. Смеян, Г. С. Цытрон. – Минск : РУП «БНИВНФХ в АПК», 2007. – 220 с.
- Smejjan, N. I., Tsytron, G. S., 2007, "Classification, diagnostics and the soil regular list of Belarus", Minsk, RUP «BNIVNFKH in agrarian and industrial complex», 220 p.
- Cagauan, B., Uehara, G.**, 1965, "Soil anisotropy and its relation to aggregate stability", *Soil Science Soc. of Amer. Proc.*, 29, no. 2, pp. 198–200.
- Godwin, R. J., Earl, R., Taylor, C., Wood, G. A., Bradley, R. I., Welsh, J. P., Richards, T., Blackmore, B. S., Carver, M., Knight, S.**, 2002, "Precision farming of cereals. Practical guidelines and crop rotation. Project Report 267, Home-Grown Cereals Authority", London, p. 8.
- Soracco, C. G., Lozano, L. A., Sarli, G. O., Gelati, P. R., Filgueira, R. R.**, 2010, "Anisotropy of saturated hydraulic conductivity in a soil under conservation and no-till treatments", *Soil and Tillage Research*, 109, pp. 18–22.
- Talsma, T.**, 1960, "Measurement of soil anisotropis with piezometers", *J. of Soil Science*, 11, no. 1, pp. 159–171.

Рекомендує до друку
чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук А. П. Травлєєв

Надійшла до редколегії 12.02.13

CHEMISTRY OF SOILS

УДК 631.417

О. О. Ожован

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна, ojovan.84@list.ru

ОПТИЧНА ЩІЛЬНІСТЬ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

O. O. Ozhovan

Odessa state agrarian university, Odessa, Ukraine, ojovan.84@list.ru

THE OPTICAL DENSITY OF HUMINE ACIDS OF AUTOMORPHIC SOILS OF THE NORTH-WESTERN PRICHERNOMORYA REGION

One of the modern and effective methods of studying nature of humic substances is determination of their optical density. The nature of light absorption in the visible and ultraviolet parts of the spectrum is caused by genetic peculiarities of humine acids, i.e. the ratio in their molecules of aromatic and aliphatic structures. Optical density is a measure of the degree condensed aromatic nucleus reflects the soil-climatic conditions of making humus and characterized by the following properties of humine acids as hydrophilicity, mobility, or the tendency to form complex compounds.

The value of studies of humic substances rises today as a result of significant losses of humus in soils, changes its fraction-group composition as a result of intensive agricultural use. The regularities of changes of humine acids in zone-the genetic aspect of do not reflect the influence of local conditions of soil formation on the optical properties of humine acids in soils of the same type and within the soil profile.

Object is automorphic soils of the North-Western Prichernomorya region, the subject - optical density of humine acids arable chernozems ordinary modal and micellar-carbonate and chernozems southern modal plowing and 40-year-old fallow, chernozems southern, derived from 15 years ago irrigation and chernozems southern carbonate floodplain terraces of the Danube.

Determination of optical density were carried out in a extract humine acids which have in the determination of humus.

The results of the research showed that the humine acids of the studied automorphous soils of the North-Western Prichernomorya region are characterized by high (0,177–0,195) and very high (0,223–0,275) indicators of optical density. Humine acids in ordinary and southern chernozems characterized by higher molecules` structuring than ordinary micellar-carbonate chernozems and southern carbonate chernozems.

The profiles of the studied soils coefficients of optical density of humine acids is gradually rising from the lower limit of the arable layer to the upper limit of transitional horizon, testifying to their structure. Less structured and, accordingly, more hydrophilic molecules of humine acids are concentrated in lower horizons. Not observed correlation of distribution of the coefficients of optical density distribution on the profile of humus.

For purpose of comparison between optical properties of humine acids, there has been computed a chromaticity-coefficient based on ratios of extinction-coefficients at 465 and 665 nm wavelengths (at a rate of E4:E6). This ratio doesn't depend on carbon concentration while reflecting a degree of the condensed aromatic nuclei` input to construction of humine acids` molecules. Abnormal structurization of molecules is observed in arable layers of ordinary modal chernozems, southern modal chernozems and off-irrigation southern chernozems, whereby the E4:E6 ratio makes up 2.8-

2.9. Lesser structurization of humine acids' molecules, due to reduced interactivity of condensed aromatic nuclea and, correspondingly, increase of lateral aliphatic chains, in construction of humine acids' molecules, is noted in ordinary micellar-carbonate and southern carbonate chernozems, where the increase in E4:E6 ratio makes up to 3.0–3.2. On other words, the humus in these soils is represented by juvenile, less matured humine acids.

It was revealed that as a result of domestication southern chernozems grows structure of the molecules of humine acids, as evidenced by an increase of 20 % indicators coefficients of optical density and decrease of the chromaticity – coefficient from 3,2 to 2,8.

Keywords: optical density, chromaticity-coefficient, humine acids, chernozems.

О. О. Ожован

Одеський державний аграрний університет, м. Одеса, Україна, ojovan.84@list.ru

ОПТИЧНА ЩІЛЬНІСТЬ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Досліджено оптичні властивості гумінових кислот в профілях автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я. Виявлено географо-генетичні особливості гумінових кислот в чорноземах звичайних та південних. Встановлено кількісні параметри зміни оптичної щільності гумінових кислот при сільськогосподарському освоєнні чорноземів.

Ключові слова: оптична щільність, коефіцієнт забарвлення, гумінові кислоти, чорноземи.

Е. А. Ожован

*Одесский государственный аграрный университет, г. Одесса, Украина,
ojovan.84@list.ru*

ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТНОСТЬ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ АВТОМОРФНЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Исследовано оптические свойства гуминовых кислот в профилях автоморфных почв Северо-Западного Причерноморья. Выявлено географо-генетические особенности гуминовых кислот в черноземах обыкновенных и южных. Установлено количественные параметры изменения оптической плотности гуминовых кислот при сельскохозяйственном освоении черноземов.

Ключевые слова: оптическая плотность, коэффициент цветности, гуминовые кислоты, черноземы.

Одним із сучасних та ефективних методів вивчення природи гумусових речовин є визначення їх оптичної щільності. Характер поглинання світла у видимій та ультрафіолетовій частині спектру зумовлений генетичними особливостями гумінових кислот, тобто співвідношенням в їх молекулах ароматичних та аліфатичних структур (Орлов, 1974; Хлестакова, 1991). Оптична щільність є показником ступеня конденсованості ароматичного ядра, відображає ґрунтово-кліматичні умови гумусоутворення і характеризує такі властивості гумінових кислот, як гідрофільність, рухомість, схильність до утворення комплексних сполук (Кононова, 1956, 1961, 1972).

Значення досліджень гумусових речовин зростає сьогодні унаслідок значних втрат гумусу в ґрунтах, зміни його фракційно-групового складу в результаті інтенсивного сільськогосподарського використання. Встановлені закономірності зміни гумінових кислот в зонально-генетичному аспекті (Кононова, 1961) не відображають вплив локальних умов ґрунтоутворення на оптичні властивості гумінових кислот в ґрунтах одного типу та в межах ґрунтового профілю.

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є автоморфні ґрунти Північно-Західного Причорномор'я, предметом – оптична щільність гумінових кислот орних чорноземів звичайних модальних (ключ-ділянка «Роздільна») та міцелярно-карбонатних (к.д. «Малоярославець»), а також чорноземів південних модальних на ріллі та 40-річному перелозі (к.д. «Молодіжне»), чорноземів південних, виведених 15 років тому із зрошення (к.д. «Глибоке») та чорноземів південних карбонатних другої надзаплавної тераси р. Дунай (к.д. «Ізмаїл»).

Визначення оптичної щільності проводили у витяжці гумінових кислот, яку отримали в ході визначення складу гумусу (Орлов, 1968; Плотникова, 1967).

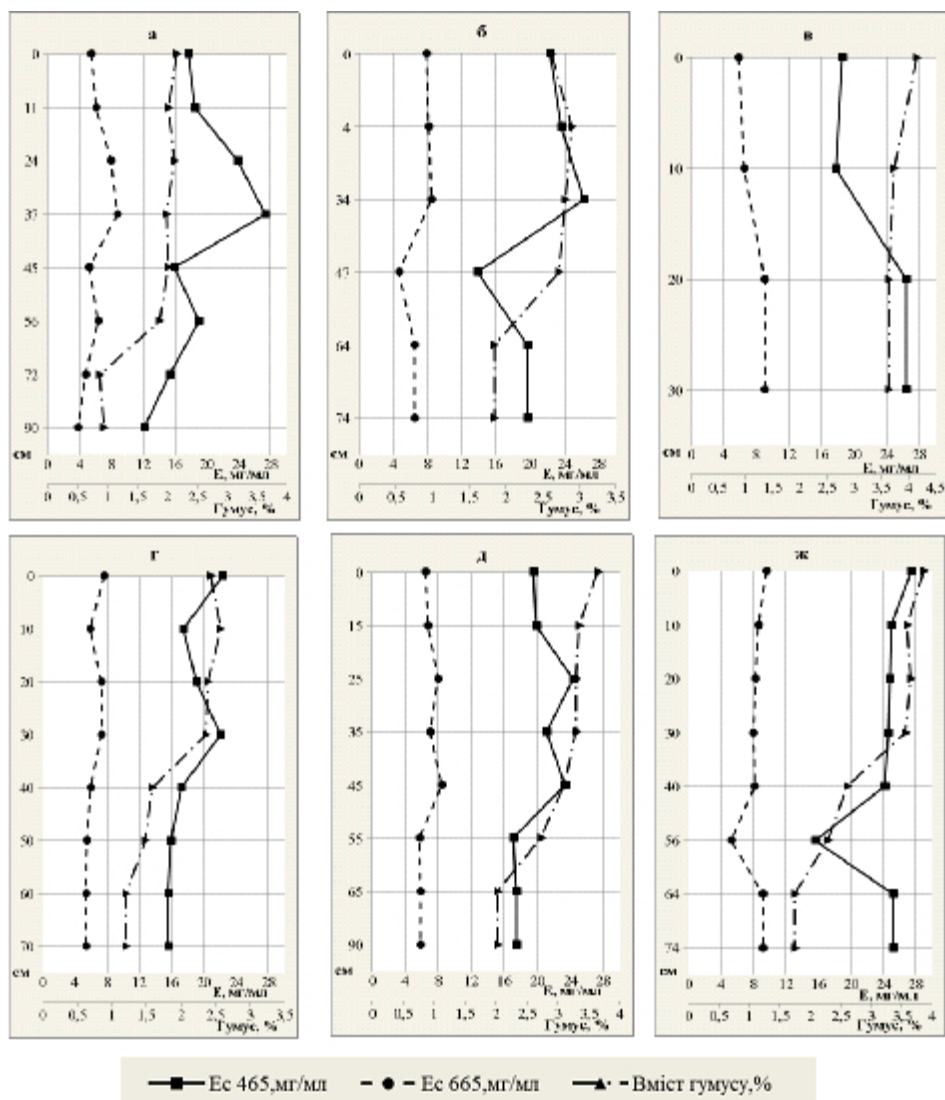
РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За показниками гумусного стану ґрунтів (Орлов, 1990) встановлено, що гумінові кислоти досліджуваних чорноземів мають високу та дуже високу оптичну щільність, яка обумовлена значно конденсованим ароматичним ядром та невеликим вмістом в їх молекулах бокових аліфатичних радикалів. В чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземах південних карбонатних коефіцієнти оптичної щільності мають високі значення – 0,177–0,195 (*рисunek*). Дуже високі коефіцієнти оптичної щільності (0,223–0,275) гумінових кислот чорноземів звичайних та південних модальних свідчать про більшу конденсованість ароматичного ядра їх молекул та вказує на більш сприятливі умови в цих ґрунтах для утворення складних форм гумінових кислот.

Будова та властивості гумінових кислот закономірно змінюються в ґрунтовому профілі, що відмічається багатьма авторами (Кононова, 1963; Орлов, 1990; Підвальна, 2003). У досліджуваних ґрунтах менші значення коефіцієнтів оптичної щільності спостерігаються в орному шарі, що є наслідком накопичення свіжих органічних решток та присутністю відносно «молодих» в хімічному відношенні гумінових кислот. Наявність більш «зрілих» гумінових кислот спостерігається в нижній частині гумусово-аккумулятивного горизонту, про що свідчить зростання коефіцієнтів оптичної щільності. В нижній частині ґрунтового профілю відмічено низькі показники оптичної щільності гумінових кислот, що може бути наслідком міграції більш рухомих гумінових кислот спрощеної будови із верхніх горизонтів. Це також відмічає Т. А. Пономарьова у своїй дослідженнях чорноземів південних (Плотникова, 1969) і пояснюється, за думкою М. М. Кононової, генетичною спорідненістю гумінових кислот з фульвокислотами та можливістю існування між ними перехідних форм (Кононова, 1956).

Слід відмітити, що ґрунтовий профіль чорноземів звичайних модальних характеризується поступовим зменшенням оптичної щільності із глибиною в гумусово-аккумулятивному горизонті. Рівномірний розподіл цих показників в профілі обумовлений сприятливими умовами гумусоутворення для формування більш структурованих молекул гумінових кислот, зростанню гідрофобних властивостей та зменшенню їх рухомості у верхніх шарах. Для порівняння оптичних властивостей гумінових кислот розраховували коефіцієнт забарвлення за співвідношенням коефіцієнтів екстинкції при довжинах хвиль 465 та 665 нм (E4:E6). Це співвідношення не залежить від концентрації вуглецю і відображає ступінь участі конденсованого ароматичного ядра у побудові молекули гумінових кислот (Кононова, 1956, 1972). Більша структурованість молекул спостерігається в орних шарах чорноземів звичайних модальних, чорноземів південних модальних та чорноземів південних, виведених із зрошення, де співвідношення E4:E6 становить 2,8–2,9. Менша структурованість молекул гумінових кислот унаслідок зменшення участі конденсованого ароматичного ядра і, відповідно, збільшення аліфатичних бічних ланцюгів у побудові молекул гумінових кислот, відмічається у чорноземах

звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземах південних карбонатних, де спостерігається зростання співвідношення E4:E6 до 3,0–3,2. Тобто гумус цих ґрунтів представлений молодими, менш «зрілими» гуміновими кислотами.



Профільні криві коефіцієнтів оптичної щільності гумінових кислот:
а – чорнозем південний карбонатний (к.д. «Ізмаїл»); б – чорнозем південний, рілля (к.д. «Молодіжне»); в – чорнозем південний, переліг (к.д. «Молодіжне»); г – чорнозем південний, виведений із зрошення (к.д. «Глибоке»); д – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний (к.д. «Малоярославець»); жс – чорнозем звичайний (к.д. «Роздільна»)

Сільськогосподарське використання сприяє змінам у будові молекул гумінових кислот чорноземів південних, що є характерним і для інших ґрунтів (Підвальна, 2003). Коефіцієнти оптичної щільності чорноземів південних модальних на ріллі у порівнянні із 40-річним перелогом вищі на 20 %, що свідчить про збільшення конденсованості ароматичного ядра, зменшення кількості бічних аліфатичних ланцюгів у молекулах гумінових кислот. Зниження співвідношення E4:E6 з 3,2 до 2,8

може свідчити про зростання структурованості молекул гумінових кислот в результаті окультурення чорноземів південних. Отримані дані підтверджують припущення Е. А. Хлестакової, що величина оптичної щільності може виступати в якості діагностичного показника характеру використання ґрунтів (Хлестакова, 1991).

ВИСНОВКИ

Гумінові кислоти досліджуваних автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я характеризуються високими та дуже високими показниками оптичної щільності, що характерно для ґрунтів чорноземного типу ґрунтоутворення. Гумінові кислоти чорноземів звичайних та південних модальних характеризуються вищою структурованістю молекул, ніж у чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземів південних карбонатних.

У профілі досліджуваних ґрунтів коефіцієнти оптичної щільності гумінових кислот поступово зростають від нижньої границі орного шару до верхньої границі перехідного горизонту, що свідчить про збільшення їх структурованості. Менш структуровані і, відповідно, більш гідрофільні молекули гумінових кислот концентруються в нижніх горизонтах.

Розподіл коефіцієнтів оптичної щільності не корелює з розподілом по профілю гумусу.

В результаті окультурення чорноземів південних зростає структурованість молекул гумінових кислот, про що свідчить зростання коефіцієнтів оптичної щільності та зменшення коефіцієнтів забарвлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Кононова М. М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования / М. М. Кононова // Почвоведение. – 1956. – № 3. – С. 18-30.

Kononova, M. M., 1956, "Humus of major types of soils of the USSR – its nature and ways of genesis", *Eurasian Soil Science*, no. 3, pp. 18–30.

Кононова М. М. Органическое вещество почвы: его природа, свойства и методы изучения / М. М. Кононова. – М.: Изд. Моск. ак. наук СССР, 1963. – 313 с.

Kononova, M. M., 1963, "Organic substance of the soil: its nature, properties and study methods", Moscow, Academy of Sciences of USSR, 313 p.

Кононова М. М. Современные задачи в области изучения органического вещества почвы / М. М. Кононова // Почвоведение. – 1972. – № 7. – С. 27-35.

Kononova, M. M., 1956, "Modern tasks in field of study for organic substance of the soil", *Eurasian Soil Science*, no. 7, pp. 27–35.

Кононова М. М. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв / М. М. Кононова, Н. П. Бельчикова // Почвоведение. – 1961. – № 10. – С. 75-87.

Kononova, M. M., Belchikova, N. P., 1961, "Accelerated methods of humus structure definition in mineral soils", *Eurasian Soil Science*, no. 10, pp. 75–87.

Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов. – М.: Изд. МГУ, 1990. – 325 с.

Orlov, D. S., 1990, "Humine acids of soils and general theory of humification", Moscow, Moscow State University, 325 p.

Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв / Д. С. Орлов. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1974. – 334 с.

Orlov, D. S., 1974, "Humic acid soils", Moscow, Moscow University Press, 334 p.

Орлов Д. С. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах (инструкция) / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1968. – 84 с.

Orlov, D. S., Grishina, L. A., 1968, "Technique to study the content and composition of humus in the soil (manual)", Moscow, Moscow University Press, 84 p.

Підвальна Г. Оптична щільність гумінових кислот опідзолених ґрунтів Пасмового Побужжя / Г. Підвальна // Генеза, географія та екологія ґрунтів. Зб. наук. праць. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Франка, 2003 – С. 298-301.

Pidvalnaya, H., 2003, "Optical density of humic acids of podzol soils in Pasma-Pobuzhya", *Genesis, geography and ecology of soils. Collection Sci. works*, Lviv, Publishing house of Lviv center National University of Franko, pp. 298–301.

Плотникова Т. А. Содержание и состав гумуса в южных черноземах и темно-каштановых почвах Кустанайской области / Т. А. Плотникова // Почвоведение. – 1969. – № 12. – С. 29-39.

Plotnikova, T. A., 1969, "The Contents and Humus Structure in Southern Chernozems and Dark-Chestnut Soils of Kustanay Area", *Eurasian Soil Science*, no 12, pp. 29–39.

Плотникова Т. А. Упрощённый вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром / Т. А. Плотникова, В. В. Пономарева // Почвоведение. – 1967. – № 7. – с. 73-85.

Plotnikova, T. A., Ponomareva, V. V., 1967, "The Simplified method of determining the optical density of humine substances with one light filter", *Eurasian Soil Science*, no. 7, pp. 73–85.

Хлестакова Е. А. Использование некоторых показателей гумусного состояния почв в целях диагностики / Е. А. Хлестакова // Почвоведение. – 1991. – №6. – с. 38-46.

Khlestakova, E. A., 1991, "Using some of the indicators of soil humus for diagnosis", *Eurasian Soil Science*, no. 6, pp. 38–46.

Рекомендує до друку
д-р с.-г. наук С. Г. Чорний

Надійшла до редколегії 17.01.13

BIOLOGY OF SOILS

УДК 631.466

**В. В. Щербіна,
І. А. Мальцева, д-р біол. наук, проф.**

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
м. Мелітополь, Україна, e-mail: scherbina@mail.ru*

ВПЛИВ ПАСТОРАЛЬНОЇ ДИГРЕСІЇ НА ГРУНТОВІ ВОДОРОСТІ ЗАПОВІДНИХ СТЕПОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

**V. V. Shcherbina,
I. A. Maltseva, Dr. Sci. (Biol.), Professor**

*B. Khmelnytskyi Melitopol Pedagogical University, Melitopol, Ukraine
e-mail: scherbina@mail.ru*

INFLUENCE OF PASTORAL DIGRESSIYA ON SOIL ALGAE OF STEPPE RESERVE BIOGEOCENOSIS

Structure peculiarities of soil algae groups of steppe reserve biogeocenosis on the territories of Biosphere reserve «Askaniya-Nova», used for grazing of wild ungulates, have been analyzed. It has been discovered that under grazing in algogroups compared with the one on virgin lands the quantity of species, ratio of basic divisions, structure of the dominant complex and spectrum of algae life forms change. Indices of algae quantity and biomass also decrease. For two years of research the algae quantity (biomass) in the surface layer of soil on the territory of the virgin biogeocenosis has ranged from 55,53 to 125,57 thousand cells per 1g of oven-dry soil (0,12–0,20 mg/g), and on the pasture these indices have ranged correspondently from 23,37 to 80,83 thousand cells per 1g of oven-dry soil (0,05–0,11 mg/g).

Algae groups of pastures are characterised by equal number of species of green algae and cyanobacteria in contrast to virgin steppe biogeocenosis where green algae predominate. Pasture degression also influences the composition of the main families and genera. In algogroups of the pasture soils in Great Chapli Depression the list of the main families is headed by *Phormidiaceae* (6 species), *Chlamydomonadaceae*, *Nostocaceae* (5 species each), other main families number somewhat fewer species: *Pleurochloridaceae*, *Bracteacoccaceae*, *Pseudanabaenaceae*, *Naviculaceae* та *Chlorococaceae* (3 species each). Changes in phytocenosis structure (decreasing of projective cover and height of grass canopy), absence of plant waste layer on the soil surface create favourable conditions for the development of filamentous xerophytic species of P-formed algae in the surface soil layer. The richest algae biodiversity is observed in damper spring and autumn. In summer Eustigmatophyta and Xanthophyta disappear completely.

Dominants of algae communities of pasture: *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Celeve et Grunow, *Botrydiopsis eriensis* Snow, *Eustigmatos magnus* (Petersen) Hibberd, *Cylindrospermum licheniforme* (Bory) Kützing, *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont, *Ph. dimorphum* Lemmermann, *Ph. retzii* (Agardh) Gomont, *Nostoc paludosum* Kützing, *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová.

Dominants of algae communities of steppe biogeocenosis: *Phormidium autumnale*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis* Ehrenberg, *Luticola mutica* Kützing Mann in Round et al., *Leptosira terricola* (Bristol) Printz, *Chlorosarcinopsis minor* Herndon.

Key words: soil algae, algogroups, dominant complex, life form, quantity, biomass, steppe biogeocenosis, pasture, pastoral digressiya.

В. В. Щербіна,

І. А. Мальцева, д-р біол. наук, проф.

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
м. Мелітополь, Україна, e-mail: scherbina@mail.ru*

ВПЛИВ ПАСТОРАЛЬНОЇ ДИГРЕСІЇ НА ГРУНТОВІ ВОДОРОСТІ ЗАПОВІДНИХ СТЕПОВИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

В статті проаналізовано особливості складу угруповань ґрунтових водоростей степового біогеоценозу заповідних територій Біосферного заповідника «Асканія-Нова», який використовується для випасу диких копитних. Виявлено, що в умовах пасторальної дигресії в альгоугрупованні порівняно із степами абсолютного заповідання, змінюється кількість видів, співвідношення основних відділів, склад домінантного комплексу і спектр життєвих форм водоростей. Також зменшуються показники чисельності та біомаси водоростей. За дворічний період дослідження чисельність (біомаса) водоростей в цілинному біогеоценозі змінювалася в діапазоні 55,53–125,57 тис. клітин на 1 г абсолютно сухого ґрунту (0,12–0,20 мг/г), а на пасовищі відповідно – від 23,37 до 80,83 тис. клітин на 1 г абсолютно сухого ґрунту (0,05–0,11 мг/г). Зміни у структурі фітоценозу (зменшення проективного покриття і висоти трав'яного покриву), відсутність шару мертвих рослинних залишків на поверхні ґрунту створює сприятливі умови для розвитку нитчастих ксерофітних видів водоростей Р-форми у поверхневому (0–5 см) шарі ґрунту. Найбільше видове багатство водоростей відмічено в більш зволожений весняний та осінній сезони року. Влітку в угрупованні панують ксерофітні синьозелені водорості, повністю зникають *Eustigmatophyta* та *Xanthophyta*.

Ключові слова: ґрунтові водорості, альгоугруповання, домінантний комплекс, життєва форма, чисельність, біомаса, степовий біогеоценоз, пасовища, пасторальна дигресія.

В. В. Щербина,

И. А. Мальцева, д-р биол. наук, проф.

*Мелитопольский государственный педагогический университет
им. Б. Хмельницкого, г. Мелитополь, Украина e-mail: scherbina@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ПАСТОРАЛЬНОЙ ДИГРЕССИИ НА ПОЧВЕННЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ЗАПОВЕДНЫХ СТЕПНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

В статье проанализированы особенности состава группировок почвенных водорослей степного биogeоценоза заповедных территорий Биосферного заповедника «Аскания-Нова», который используется для выпаса диких копытных. Обнаружено, что в условиях пасторальной дигрессии в альгогруппировке при сравнении с целинным, изменяется количество видов, соотношение основных отделов, состав доминантного комплекса и спектр жизненных форм водорослей. Также уменьшаются показатели численности и биомассы водорослей. За двухлетний период исследования численность (биомасса) водорослей в поверхностном пятисантиметровом слое почвы на территории целинного биogeоценоза изменялась в диапазоне 55,53–125,57 тыс. клеток на 1 г абсолютно сухой почвы (0,12–0,20 мг/г), а на пастбище – соответственно от 23,37 до 80,83 тыс. клеток на 1 г абсолютно сухой почвы (0,05–0,11 мг/г). Изменения в структуре фитоценоза (уменьшение проективного покрытия и высоты травяного покрова), отсутствие слоя мертвого растительного опада на поверхности почвы создает благоприятные условия для развития нитчатых ксерофитных видов водорослей Р-формы в поверхностном (0–5 см) слое почвы. Наибольшее видовое богатство водорослей отмечается в более увлажненные весенний и осенний сезоны года. Летом в группировке

господствуют ксерофитные синезеленые водоросли, полностью исчезают *Eustigmatophyta* и *Xanthophyta*.

Ключевые слова: почвенные водоросли, альгогруппировки, доминантный комплекс, жизненная форма, численность, биомасса, степной биогеоценоз, пастбища, пасторальная дигрессия.

У південних районах України набувають поширення явища опустелювання, які пов'язані із високим антропогенним навантаженням, що призводить до порушення структурно-функціональної організації наземних екосистем, їх деградації (Травлєєв, 2000). Однією із найбільш поширених форм антропогенного впливу є пасовищне використання степових біогеоценозів, у тому числі, в межах заповідних територій (Ясинецькая, 2007). Встановлено, що пасовищне навантаження змінює структуру степових фітоценозів, а тривалий і надмірний випас призводить до їх дигресії (Шенников, 1964). При цьому спостерігається ксерофітизація рослинного покриву, збіднення видового складу, спрощення структури, зменшення проективного покриття. Руйнування підстилки, яка в природних як степових так і лсових біогеоценозах поглинає атмосферні опади, затримує сніг взимку та сприяє повільнішому його таненню навесні, зменшує прогрівання (промерзання) ґрунтового покриву, затримує та пригнічує ріст деяких рослин (Травлєєв, 1960; 1961; Шенников, 1964) під час інтенсивного випасу призводить до змін температурного і водного режимів поверхневого шару ґрунту. Спостерігається ущільнення ґрунту, збільшення частки капілярних пор, погіршення повітряного режиму ґрунту і його водопроникності, а отже збільшення поверхневого стоку на таких ділянках (Ахмедьянов, 2009). За період випасу на пасовищах нагромаджуються екскременти тварин, що є джерелом нітрогену, фосфору та інших біогенів, які надходять у ґрунт та (або) змиваються у депресивні форми рельєфу, водні об'єкти (Криворучко, 2010).

Негативний вплив зазначених факторів, перш за все, позначається на стані ґрунтової біоти. Водорості є невід'ємною складовою едафону, відіграють важливу роль у процесах ґрунтоутворення (Мальцева, 2007), впливають на родючість і біологічну активність ґрунтів, а також характеризуються значним індикаційним потенціалом щодо змін параметрів і властивостей ґрунту – середовища їх існування. Проте питанням, які стосуються реакції водоростей та їх участі у процесах, що відбуваються у пасовищних екосистемах, приділена незначна частина опублікованих матеріалів (Сафуліна, 1980; Шушуєва, 1985; Штина, 1986; Чорневич, 2007а; 2007б; Ахмедьянов, 2009).

Метою нашої роботи було вивчення особливостей дигресійних змін альгоугруповань ґрунтів заповідних степових біогеоценозів, що використовуються під пасовище, встановлення сезонної динаміки чисельності і біомаси водоростей та їх профільного перерозподілу.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Особливості альгоугруповань степових біогеоценозів, які знаходяться в режимі контрольованого випасу диких тварин, вивчали на території Великого Чапельського поду Біосферного заповідника «Асканія-Нова». Пасовищне навантаження на типчаково-ковилові степи нинішньої території Біосферного заповідника «Асканія-Нова» змінювалося протягом більше ніж 100 років заповідного режиму. Найвищих значень воно досягало у 60-ті рр. XIX ст., коли тут випасали понад 96 тис. овець і 10 тис. голів великої рогатої худоби (Ткаченко, 2010). У період 1962–1973 рр. частина площі Великого Чапельського поду, який входить до складу природного ядра заповідника, була огорожена і поділена на систему загонів різної площі для організації контрольованого випасу тварин. Особливістю такого випасу є використання багатовидового складу копитних, що в умовах пасовищного

господарства призводить до більш повного використання рослинної продукції (Ясинецкая, 2007).

Поди – специфічні утворення степових рівнин представлені замкнутими безстічними западинами, які періодично затоплюються. Ґрунтовий покрив подів характеризується гетерогенністю та комплексністю. Від плакорної частини до днища поду формується безперервний ряд ґрунтів, які відображають умови гігроморфізму, що складаються на різних ділянках поду під впливом поверхневого зволоження, водно-повітряного режиму, водно-сольового балансу, процесів оглеєння, осолодіння, вилуговування та ін. (Евдокимова, 1985). Диференціація ґрунтового покриву подів по схилах від зональних плакорних до глейових, осолоділих та солонцювато-солончакуватих модифікацій, обумовлює концентричне, мікросмугове розташування рослинності (Веденьков, 1987).

Пробна площа (ПП 5) для дослідження ґрунтових водоростей була закладена в плакорній частині поду в пасквальному типчаково-ковиловому степовому біогеоценозі на темно-каштанових ґрунтах в межах загорожі № 1, де пасовище навантаження за період 2006–2010 рр. утримувалось на рівні 77,54 кг/га (Літопис., 2006). Контролем обрано цілинний типчаково-ковиловий степовий біогеоценоз який знаходиться у режимі абсолютного заповідання (ПП 1). На всіх пробних площах для дослідження ґрунтових водоростей відбирались зразки ґрунту із найбільш населених водоростями поверхневих шарів: 0–5, 5–10 і 10–15 см. Видовий склад водоростей встановлювали на основі ґрунтових культур із скельцями обростання і агарових на середовищі Болда (3 N BBM) (Голлербах, 1969); систематичну структуру – за системою І. Ю. Костікова із співавторами (Водорості., 2001), екологічну – за класифікацією Е. А. Штиной і М. М. Голлербаха (1976). На основі ґрунтових культур, які вважаються найбільш наближеними до природних умов (Голлербах, 1969), за допомогою семибальної шкали рясності виділяли домінанти. До домінуючих відносили види, які мали показники чисельності 7 і 6 балів, до субдомінуючих – 5 і 4. При аналізі отриманих даних були застосовані принципи і методи дослідження ценотичної організації водоростей (Голлербах, 1969).

Чисельність водоростей визначалась методом прямого рахунку С. М. Виноградського із доповненням Е. А. Штини (Голлербах, 1969). Біомаса водоростей встановлювалась шляхом розрахунків із залученням показників чисельності, об'єму клітин та їх щільності об'ємно-розрахунковим методом. Отримані результати перераховувалися на 1 г абсолютно сухого ґрунту. Кількісні показники (чисельність та біомаса) визначались окремо для водоростей відділів *Cyanophyta* та *Bacillariophyta* і узагальнено для водоростей відділів *Chlorophyta*, *Xanthophyta* та *Eustigmatophyta*. Використовувалася 3–5 кратна повторюваність для отримання статистично достовірних даних.

Кожна пробна площа детально описувалась. Вміст гумусу встановлювали за методикою І. В. Тюрина, рН водяної витяжки із ґрунту – потенціометричним методом, сухий залишок – випаровуванням (Агрохимические., 1965).

РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Встановлено, що рослинність пасовища характеризується меншими показниками проективного покриття і, особливо, висотою від ділянки цілинного степу, що знаходиться в умовах абсолютного заповідання (табл. 1). Стравлювання трав'яного покриву тваринами зменшує його висоту найбільше влітку та восени (в 2,15–9,62 рази порівняно із контролем). Характерним є зниження майже у 3,2 рази сумарних показників первинної продукції порівняно із степом, що знаходиться у режимі абсолютної заповідності (Літопис., 2006). Відмічена повна руйнація степової підстилки, потужність якої в умовах абсолютного заповідання досягає 20 см.

Вміст гумусу, рН_{вод.}, сума солей є близькими до контролю (табл. 2). Проте для пасовища на відміну від цілини абсолютного заповідання характерно збільшення у

гумусі вмісту гумінових кислот порівняно із фульвокислотами у шарі ґрунту 0–5 см та збільшення частки нерозкладеного вуглецю на глибину до 15 см. Зміни гранулометричного складу ґрунту проявилися у зменшенні вмісту часток 1–0,25 мм і збільшенні часток менших розмірів.

Таблиця 1

Проективне покриття та висота рослинного покриву досліджуваних біогеоценозів по роках і сезонам дослідження

Показник	2010 р.			2011 р.		
	весна	літо	осінь	весна	літо	осінь
ПП 1, контроль (типчакково-ковилова асоціація)						
Проективне покриття, %	99,0	100	96,0	97,0	100	100
Висота рослинного покриву, см	50,6	55,9	80,3	70,2	50,0	50,6
ПП 5, пасовище (ковилого-типчаккова асоціація)						
Проективне покриття, %	73,8	80,0	82,5	75,6	85,0	85,9
Висота рослинного покриву, см	31,3	25,6	15,0	38,7	5,2	20,8

Для пасовища Великого Чапельського поду було відмічено 45 видів водоростей з 5 відділів: *Cyanophyta* – 16 (35,6 %), *Eustigmatophyta* – 2 (4,4 %), *Xanthophyta* – 6 (13,3 %), *Bacillariophyta* – 5 (11,1 %) та *Chlorophyta* – 16 видів (35,6 %). Подібність альгоугруповань ґрунтів пасовища Великого Чапельського поду та цілинного типчакково-ковилового степу за коефіцієнтом Жаккара становить 27,9 %.

Таблиця 2

Характеристика ґрунтів пробних площ досліджуваних біогеоценозів

Глибина відбору зразків, см	Вміст гумусу, %	С гк/С фк	С нерозкладеного залишку % до сухої речовини	Вміст часток, % на суху наважку					pH вод.	Сума солей (сухий залишок), %
				1–0,25 мм	0,25–0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм		
ПП 1, контроль										
0–5	5,34	0,92	3,06	0,17	2,48	59,67	8,96	10,52	7,15	0,02
5–10	5,26	0,94	2,73	0,21	2,71	64,97	8,74	10,35	7,06	0,03
10–15	5,22	0,69	2,30	0,14	1,96	64,13	8,37	10,24	6,89	0,03
ПП 5, пасовище										
0–5	5,45	1,59	1,00	0,05	2,24	65,05	9,07	10,43	7,48	0,03
5–10	5,41	0,64	0,71	0,03	2,26	63,66	9,02	9,56	7,37	0,03
10–15	5,37	0,87	0,73	0,15	2,51	63,85	8,72	10,15	7,24	0,02

Водоростеве угруповання пасовища характеризується однаковою кількістю видів зелених і синьозелених водоростей на відміну від цілинного степового біогеоценозу, де переважають зелені. Таксономічний аналіз альгофлори по стадіям дигресії на пасовищах ковилових степів на чорноземах звичайних в Башкорстані (Ахмедьянов, 2009) показав, що у більшості досліджених біогеоценозів перше місце за числом видів займає відділ *Chlorophyta* і лише на першій стадії дигресії – *Cyanophyta*. Зелені водорості разом із діатомовими переважали в пасовищних екосистемах на бурувато-підзолистих ґрунтах Передкарпаття (Чорневич, 2007а; 2007б). Зниження різноманіття синьозелених із зростанням пасовищного

навантаження на степові біогеоценози відмічала М. Г. Шушуєва (1985). При переході від першої стадії пасовищної дигресії (слабкий випас, різнотравно-ковилове угруповання), де синьозелені переважали за числом видів, до третьої стадії (посилений випас, різнотравно-типчаково-полинове угруповання), число видів *Cyanophyta* та *Chlorophyta* стало однаковим. Зміни у складі альгоугруповань відмічали й інші дослідники (Штина, 1986). Таким чином, в результаті пастеральної дигресії змінюється структура альгоугруповань. При незначному прояві дигресійних явищ спостерігається зменшення різноманіття представників відділу, який у систематичній структурі посідає перше місце, а посилення пастеральної дигресії призводить до ротації у систематичній структурі і виходу на лідируючі позиції представників не типових для зональних водоростевих угруповань. Для степових територій, що використовуються як пасовища, характерна зміна значимості водоростей відділів *Chlorophyta* та *Cyanophyta* (Шушуєва, 1986; Ахмедьянов, 2009). На пасовищних угіддях, розташованих за межами поширення степових фітоценозів, може спостерігатись перевага водоростей інших відділів: *Chlorophyta* та *Bacillariophyta* (Чорневич, 2007а; 2007б).

Вплив пастеральної дигресії позначається також на складі провідних родин і родів. Для альгоугруповань ґрунтів пасовища Великого Чапельського поду список провідних родин очолюють *Phormidiaceae* (6 видів), *Chlamydomonadaceae*, *Nostocaceae* (по 5), дещо менше видів у складі інших провідних родин: *Pleurochloridaceae*, *Bracteacoccaceae*, *Pseudanabaenaceae*, *Naviculaceae* та *Chlorococaceae* (по 3). Разом вони об'єднують 68,9% видів водоростей. До провідних родів належать: *Phormidium* Kützinger ex Gomont (6 видів), *Chlamydomonas* Ehrenberg (5), *Nostoc* Vaucher ex Bornet et Flahault (4), *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komarek, *Navicula* Bory, *Bracteacoccus* Tereg (по 3), *Monodus* Chodat та *Tetracystis* Brown et Bold (по 2). Порівняно із цілиним степом відмічено збільшення числа видів для таких родин як *Phormidiaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Nostocaceae* і родів *Phormidium*, *Chlamydomonas*, *Nostoc*, *Navicula*, *Bracteacoccus*.

До комплексу домінантів пасовища входять види: *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve et Grunow, *Botrydiopsis eriensis* Snow, *Eustigmatos magnus* (Petersen) Hibberd, *Cylindrospermum licheniforme* (Bory) Kützinger, *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont, *Ph. dimorphum* Lemmermann, *Ph. retzii* (Agardh) Gomont, *Nostoc paludosum* Kützinger та *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová. Найбільшу частку домінантів складають представники *Cyanophyta*, що не є характерним для цілиного степового біогеоценозу де домінували: *Phormidium autumnale*, *Hantzschia amphioxys*, *Pinnularia borealis* Ehrenberg, *Luticola mutica* Kützinger Mann in Round et al., *Leptosira terricola* (Bristol) Printz та *Chlorosarcinopsis minor* Herndon.

Слід відзначити, що такі види як *Botrydiopsis eriensis*, *Eustigmatos magnus*, *Hantzschia amphioxys* характеризуються значною стійкістю до пасовищного навантаження і були відмічені М. Г. Шушуєвою (1986) навіть на заключній стадії дигресії (збій трав'яного покриву). Висока стійкість до пасовищного навантаження властива видам роду *Phormidium* і, навпаки, при надмірному випасі із угруповань зникають нитчасті і псевдопаренхіматозні зелені і жовтозелені. Д. І. Ахмедьянов (2009) виділяє види можливих індикаторів пасовищної дигресії, серед яких у досліджених ґрунтах виявлені *Cylindrospermum licheniforme* та *Eustigmatos magnus*.

В умовах території, що зазнає впливу випасу диких копитних, при порівнянні із еталоном в альгоугрупованні зростає дольова участь видів домінантів та субдомінантів. У цілинному типчаково-ковиловому степу в цій же системі градації виявляється перевага видів із невисокими показниками рясності (рис. 1).

Найбільше видове багатство водоростей на пасовищі характерно для весняного і осіннього періодів (табл. 3). Влітку різке зменшення висоти рослинного покриву, руйнування степової підстилки створює несприятливі мікрокліматичні умови для розвитку значної кількості видів водоростей: в угрупованні панують ксерофітні

синьозелені водорості, повністю зникають *Eustigmatophyta* та *Xanthophyta*. В ґрунтах цілинного степу найбільше видів водоростей було виявлено влітку. Навесні переважають водорості відділу *Cyanophyta*, влітку та восени їх видове багатство зменшується, а зростає для представників відділів *Chlorophyta*, *Xanthophyta* та *Eustigmatophyta*.

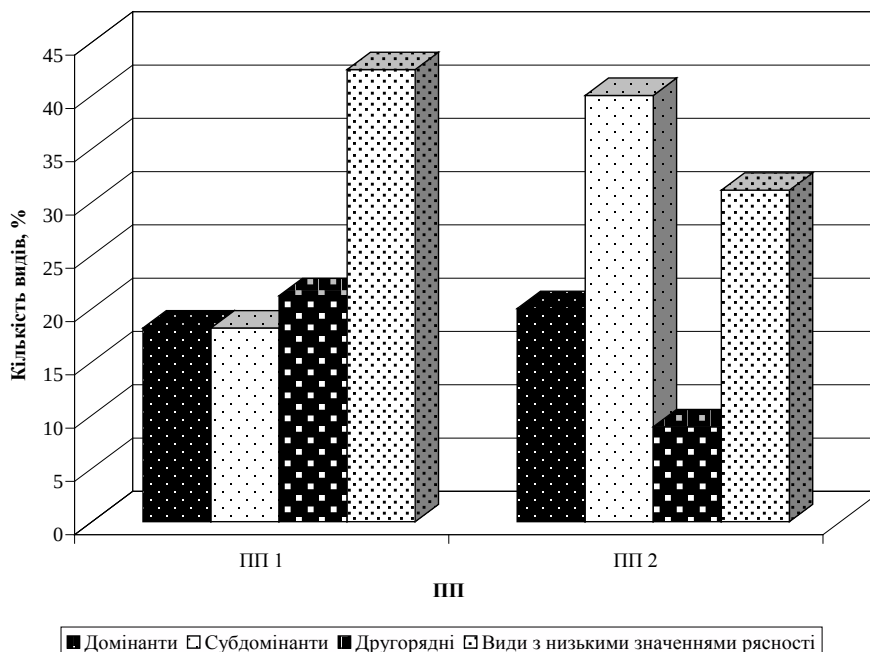


Рис. 1. Домінантна структура альгоугруповань цілинного типчаково-ковилового степу та пасовища Великого Чапельського поду

Таблиця 3

Сезонна динаміка видового складу альгоугруповань цілинного степу і пасовища за 2010–2011 рр.

Відділ	Кількість видів од. (%)					
	весна		літо		осінь	
	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5
<i>Cyanophyta</i>	5 (56)	10 (38)	3 (14)	8(67)	2 (12)	5(25)
<i>Eustigmatophyta</i>	–	2(8)	1 (5)	–	1 (6)	1(5)
<i>Xanthophyta</i>	–	1(4)	5 (24)	–	2 (12)	5(25)
<i>Bacillariophyta</i>	3 (33)	3(12)	3 (14)	2(17)	3 (18)	3(15)
<i>Chlorophyta</i>	1 (11)	10(38)	9 (43)	2(17)	9 (53)	6(30)
Разом	9 (100)	26(100)	21 (100)	12(100)	17 (100)	20(100)

Відмічено зростання видового багатства навесні і восени видів вологолюбних життєвих форм: В, Н, Х, С (табл. 4). Азотфіксуючі види CF-форми найбільш різноманітні навесні, а влітку і восени їх роль зменшується. Ці зміни можуть бути пов'язані із збагаченням ґрунту легкодоступними елементами живлення із екскрементів тварин. На обмеження росту видів азотфіксаторів на пасовищних ділянках звертали увагу також Е. А. Штина, Г. Н. Пермінова (1986).

Найбільша кількість видів водоростей на цілині виявляється у поверхневому шарі ґрунту потужністю п'ять сантиметрів, а на пасовищі високі значення загальної кількості видів водоростей визначаються до глибини 15 см (табл. 5). Для обох ПП характерно зменшення загальної кількості синьозелених водоростей із заглибленням

у ґрунтову товщу. Натомість участь водоростей відділів *Eustigmatophyta*, *Xanthophyta* та *Bacillariophyta* залишається майже незмінною.

Таблиця 4

Сезонна динаміка складу життєвих форм водоростей альгоугруповань цілинного степу і пасовища за 2010–2011 рр.

Сезон року	Кількість видів за життєвими формами, од. (%)						
	P	CF	B	H	Ch	X	C
ПП 1, цілинний степ							
Весна	4 (44)	1 (11)	3 (33)	1 (11)	–	–	–
Літо	3 (14)	1 (5)	3 (14)	5 (24)	4 (19)	4 (19)	1 (5)
Осінь	2 (12)	–	3 (18)	7 (41)	2 (12)	1 (7)	2 (12)
ПП 5, пасовище Великого Чапельського поду							
Весна	6 (23)	4 (15)	3 (12)	1 (4)	5 (19)	4 (15)	3 (12)
Літо	6 (50)	2 (17)	2 (17)	1 (17)	1 (17)	–	–
Осінь	3 (15)	2 (10)	3 (15)	5 (25)	2 (10)	3 (15)	2 (10)

Таблиця 5

Розподіл видів водоростей у поверхневих шарах ґрунту цілинного степу і пасовища

Відділ	Кількість видів, од. (%)					
	0–5 см		5–10 см		10–15 см	
	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5
<i>Cyanophyta</i>	6 (22)	12 (41)	2 (17)	6 (33)	1 (11)	7 (26)
<i>Eustigmatophyta</i>	1 (4)	2 (7)	–	–	1 (11)	2 (7)
<i>Xanthophyta</i>	3 (11)	3 (10)	2 (17)	2 (11)	2 (22)	4 (15)
<i>Bacillariophyta</i>	4 (15)	4 (13)	3 (25)	4 (22)	3 (33)	3 (11)
<i>Chlorophyta</i>	13 (48)	8 (28)	5 (42)	6 (33)	2 (22)	11 (41)
Разом	27 (100)	29 (100)	12 (100)	18 (100)	9 (100)	27 (100)

Встановлено, що для цілинного степу характерні більш високі показники чисельності і біомаси водоростей в п'ятнадцятисантиметровій товщі ґрунту порівняно із пасовищем (табл. 6, 7). Сумарні значення чисельності та біомаси водоростей формуються переважно видами *Bacillariophyta* та *Cyanophyta* і в незначній мірі за рахунок інших відділів. Протягом сезонів відмічено коливання кількісних параметрів альгоугруповань. За період дослідження чисельність (біомаса) водоростей в межах поверхневого п'ятисантиметрового шару ґрунту цілинного біогеоценозу змінюється в діапазоні 55,53–125,57 тис. клітин на 1 г ґрунту (0,12–0,20 мг на 1 г ґрунту), для пасовища – 23,37–80,83 тис. клітин на 1 г ґрунту (0,05–0,11 мг на 1 г ґрунту).

Таблиця 6

Чисельність водоростей цілинного типчаково-ковилового степу та пасовища Великого Чапельського поду, дані 2010–2011 рр.

Відділ	Чисельність, тис. клітин / г абсолютно сухого ґрунту					
	весна		літо		осінь	
	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5
<i>Cyanophyta</i>	5,4	12,78	25,08	11,68	25,18	14,22
<i>Bacillariophyta</i>	58,6	27,55	60,9	25,95	61,78	15,48
<i>Eustigmatophyta</i>	3,1	11,78	0,43	0,97	4,82	2,32
<i>Xanthophyta</i>						
<i>Chlorophyta</i>						
Разом	67,1	52,11	86,41	38,6	91,78	32,02

**Біомаса водоростей цілиного типчаково-ковилового степу та пасовища
Великого Чапельського поду, дані 2010–2011 рр.**

Відділ	Біомаса, мг / г абсолютно сухого ґрунту					
	весна		літо		осінь	
	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5	ПП 1	ПП 5
<i>Cyanophyta</i>	$0,19 \cdot 10^{-3}$	$0,11 \cdot 10^{-3}$	$0,11 \cdot 10^{-3}$	$0,83 \cdot 10^{-3}$	$0,17 \cdot 10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$
<i>Bacillariophyta</i>	0,16	0,09	0,14	0,10	0,16	0,06
<i>Eustigmatophyta</i>	$0,47 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,19 \cdot 10^{-3}$	0,01	$0,48 \cdot 10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$
<i>Xanthophyta</i>						
<i>Chlorophyta</i>						
Разом	0,16	0,09	0,14	0,12	0,16	0,06

ВИСНОВКИ

Таким чином, видовий склад альгоугруповань пасовища Великого Чапельського поду та цілиного біогеоценозу різняться, про що свідчать низькі значення коефіцієнту спільності Жаккара (27,9 %). Відмічено зростання видового багатства в межах території, що зазнає контрольованого впливу випасу диких копитних, у порівнянні із цілиним степом за рахунок синьозелених водоростей. Зміни у структурі фітоценозу і стану ґрунту забезпечують формування сприятливих умов для розвитку нитчастих ксерофітних видів водоростей Р-форми у поверхневому (0–5 см) шарі ґрунту. На різноманітності видів водоростей інших відділів випас тварин суттєво не вплинув. Аналіз сезонної динаміки видового складу водоростей вказує на зниження видового багатства влітку та його зростання в більш зволожені весняний та осінній сезони року. Найбільша насиченість видами водоростей в умовах пасовища і цілиного степу притаманна поверхневому п'ятисантиметровому шару ґрунту. Спектр життєвих форм угруповання пасовища має вигляд: $\text{Ch}_{15}\text{P}_{10}\text{CF}_6\text{X}_6\text{B}_5\text{H}_3$, а цілини – $\text{Ch}_{10}\text{X}_6\text{P}_4\text{B}_4\text{H}_4\text{CF}_1\text{M}_1\text{amph}_3$. Чисельність та біомаса водоростей в межах поверхневого п'ятнадцятисантиметрового шару ґрунту пасовища у порівнянні із цілиним степом зменшується.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А. В. Соколова, Д. Л. Аскинази. – М. : Наука, 1965. – 436 с.

“Agrochemical methods of soil research”, 1965, Sokolov, A. V., Askinazi, D. L., Moscow, Nauka, 436 p.

Ахмедьянов Д. И. Таксономический обзор альгофлоры степей Баймакского района Республики Башкортостан / Д. И. Ахмедьянов // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Сыктывкар : Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. – С. 165-168.

Achmedjanov, D. I., 2009, “Taxonomy review of steppe algal flora of the Baimak Region of the Bashkortostan Republic”, *The Algae: problems of taxonomy, ecology and use in the monitoring. Abstracts of the II Russian scientific-practical Conference*, Syktyvkar, Institute of biology of Komi Sci. Center, Ural Div. RAS, pp. 165–168.

Веденьков Е. П. Заповедник Аскания-Нова / Е. П. Веденьков, А. К. Ющенко // Заповедники СССР. Заповедники Украины и Молдавии. – М. : Мысль, 1987. – С. 114-138.

Vedenkov, Ye. P., Yuschenko, A. K., 1987, “Reserve Askania-Nova”, *Reserves of the USSR. Reserves of Ukraine and Moldavia*, Moscow, Mysl, pp. 114–138.

Водорості ґрунтів України: історія та методи досліджень, система, конспект флори / І. Ю. Костіков, П. О. Романенко, Е. М. Демченко та ін.; під. ред. С. Я. Кондратюка, Н. П. Масюк. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.

“Soil algae of Ukraine: history and methods of research, system, synopsis of flora”, 2001, Kostikov, I. Yu., Romanenko, P. O., Demchenko, Ye. M., and others, S. Ya. Kondratiuk, N. P. Masiuk, Kyiv, Phytosociocentr, 300 p.

- Голлербах М. М.** Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л. : Наука, 1969. – 228 с.
- Gollerbakh, M. M., Shtina, E. A., 1969, "Soil algae", Leningrad, Nauka, 228 p.
- Евдокимова Т. И.** Почвы подовых понижений юга Украины / Т. И. Евдокимова, Т. К. Быковская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 96 с.
- Yevdokimova, T. I., Bykovskaya, T. K., 1985, "Soils of depressions in the south of Ukraine", Moscow, Publication of Moscow University, 96 p.
- Криворучко М. О.** Оцінка надходження біогенів з поверхневим стоком з пасовищ в межах басейну р. Сіверський Донець / М. О. Криворучко // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2010. – Т. 15, № 2. – С. 86-89.
- Kryvoruchko, M. O., 2010, "Estimation of receipt of biogen with a superficial flow from pastures within the limits of pool of Seversky Donets", *People and environment. Problems of neoeecology*, 15, no. 2, pp. 86–89.
- Літопис** природи Біосферного заповідника «Асканія-Нова» / Автори та укладачі Н. Ясинецька та ін. – Асканія-Нова : Біосферний заповідник «Асканія-Нова», 2006. – Т. 24-28. – 902 с.
- "Chronicle of nature of of Biospheric reserve «Askania Nova»", 2006, authors and compilers N. Yasynetzka and others, Askania Nova : Biospheric reserve "Askania Nova", 24-28. – 902 p.
- Мальцева І. А.** Грунтові водорості у функціональній структурі біогеоценозів / І. А. Мальцева // Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 3-4. – С. 71-79.
- Maltseva, I. A., 2007, "Soil algae as a part of the functional ecosystems' structure", *Gruntoznavstvo*, 8, no. 3-4, pp. 71–79.
- Сафулина З. Н.** Влияние выпаса на альгосинузию культурного поливного пастбища / З. Н. Сафулина // Вопросы геоботаники и луговедения. – Уфа : БФАН, 1980. – С. 145-150.
- Safulina, Z. N., 1980, "Influence of grazing on algosynusia of a cultivated irrigable pasture", *Issues of geobotany and grasslands*, Ufa, Bashkiria branch of Academy of Sciences, pp. 145–150.
- Ткаченко В. С.** Сукцесії фітосистем ділянки «Північна» Новоасканійського заповідного степу у другій половині XX і на початку XXI століття / В. С. Ткаченко, В. В. Шаповал // Вісті Біосферного заповідника «Асканія-Нова». – 2010. – Т. 12. – С. 21-32.
- Tkachenko, V. S., Shapoval, V. V., 2010, "Successions of phytosystems at the «Northern» plot of the Askania Nova protected steppe in the second half of the XX and the beginning of the XXI century", *News of Biospheric reserve «Askania Nova»*, 12, pp. 21–32.
- Травлев А. П.** Деструктивные экологические сети и перспективы их оптимизации / А. П. Травлев, Н. А. Белова // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д. : ДДУ, 2000. – С. 5-17.
- Travlyeyev, A. P., Belova, N. A., 2000, "Destructive ecological networks and perspective of their optimization", *Issues of steppe silvics and forest revegetation of lands*, Dnipropetrovsk, Dnipropetrovsk State University, pp. 5–17.
- Травлев А. П.** Лесная подстилка как структурный элемент искусственного лесного сообщества в степи : автореф. дис....к-та биол. наук / А. П. Травлев. – Х., 1961. – 20 с.
- Travlyeyev, A. P., 1961, "Forest floor as a structural element of an artificial xylum in the steppe", The dissertation abstract on competition of a scientific degree of cand. biol. sci., Kharkov, 20 p.
- Травлев А. П.** О термоизоляционной роли лесной подстилки / А. П. Травлев // Почвоведение. – 1960. – № 10. – С. 92-95.
- Travlyeyev, A. P., 1960, "On thermo-insulating role of the forest floor", *Eurasian Soil Science*, no. 10, pp. 92–95.
- Чорневич Т. М.** Різноманіття ґрунтових водоростей пасовищних екосистем Передкарпаття / Т. М. Чорневич, І. А. Мальцева // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. – 2007а. – Т. 33, № 3. – С. 139-142.
- Chornevych, T. M., Maltseva, I. A., 2007a, "Biodiversity of soil algae of pasture ecosystems in Pre-Carpathians region", *Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Gnatiuk*, 33, no. 3, pp. 139–142.
- Чорневич Т. М.** Динаміка параметричних характеристик альгоценозу бурувато-підзолистих оглених ґрунтів пасторальних екосистем Передкарпаття / Т. М. Чорневич, В. А. Нікорич, І. А. Мальцева // Науковий вісник Чернівецького університету. – Чернівці, 2007. – Вип. 343. – С. 289-295.

Chornevych T. M., Nikorych, V. A., Maltseva, I. A., 2007, "Dynamics of parametric characteristics of algocenosis of brown-podzolic soils in pasture ecosystems of Pre-Carpathians region", *Scientific herald of Chernivtsi University: collection of scientific papers*, Chernivtsi, 343, pp. 289–295.

Шенников А. П. Введение в геоботанику / А. П. Шенников. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Shennikov, A. P., 1964, "Introduction to geobotany", Leningrad, Publication of Leningrad State University, 447 p.

Штина Э. А. Водоросли и микроорганизмы в почвах пастбищ и сенокосов и их функционирование / Э. А. Штина, Г. Г. Перминова // Продуктивность сенокосов и пастбищ. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 11-17.

Shtina, E. A., Perminova, G. G., 1986, "Algae and microorganisms in pasture and hayfield soils and their functioning", *Productivity of pastures and hayfields*, Novosibirsk, Nauka, pp. 11–17.

Штина Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.

Shtina, E. A., Gollerbach, M. M., 1976, "Ecology of soil algae", Moscow, Nauka, 143 p.

Шушуева М. Г. Влияние выпаса на почвенные водоросли степных биогеоценозов / М. Г. Шушуева // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. Сер. биол. наук. – 1985. – Т. 2, № 13. – С. 65-70.

Shushuieva, M. G., 1985, "Influence of grazing on soil algae of steppe biogeocenosis", *Proceedings of the Siberian department of Academy of Sciences in the USSR. Biological science*, 2, no. 13, pp. 65–70.

Ясинецкая Н. И. Методика расчета пастбищной нагрузки на степной участок «Большой Чапельский под» в Биосферном заповеднике «Аскания-Нова» / Н. И. Ясинецкая, Т. Л. Жарких // Заповідні степи України. Стан та перспективи їх збереження : матеріали міжнародної наукової конференції. – Асканія-Нова, 2007. – С. 119-123.

Yasynetskaya, N. I., Zharkikh, T. L., 2007, "Technique of calculation of grazing pressure on the steppe area of «Great Chapli Depression» in Biospheric reserve «Askania Nova»", *Protected steppes of Ukraine. Their condition and perspectives of their preservation: materials of international scientific conference*, Askania Nove, pp. 119–123.

Рекомендує до друку
д-р біол. наук І. Х. Узбек

Надійшла до редколегії 25.12.12

**Н. Ю. Бобрик,
М. В. Кривцова, канд. біол. наук, доц.,
В. І. Ніколайчук, д-р біол. наук, проф.**

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна,
e-mail: NadjaBobrik@mail.ru*

БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ ПРИЗАПІЗНИЧНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

**N. Y. Bobryk,
M. V. Kryvtsova, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.,
V. I. Nikolaichuk, Dr. Sci. (Biol.), Professor**

*Uzhgorod National University, Uzhgorod, Ukraine,
e-mail: NadjaBobrik@mail.ru*

BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE PRE-RAILWAY ECOSYSTEMS SOILS FOR MICROBIOLOGICAL INDICATORS

Soil microbial cenosis is the most informative component able to react quickly to the changes in ecological conditions due to the high level of adaptation, and to determine a considerable degree the ecological state of the soil.

The soil qualitative and quantitative factors, in particular its microbiocenotic structure, is significantly affected by the industrial enterprises and means of transportation of different types. All wastes left due to the passing of passenger and freight trains enter the soil and underground waters close to the railway tracks and spread on to the adjacent fields and croplands polluting the ground layer. Due to different intensity of rail traffic at different sections of the railway, monitoring of the impact of this transport upon the adjacent ecosystems, including soil microbiocenosis, and comparative analysis of biological activity of the soils exposed to different kinds of the railway stations, continue to be topical issues of great importance.

The purpose of this work has been to determine the biological activity of the soils of the ecosystems along the railways by such indices as the ratio and quantitative composition of certain groups of the soil microorganisms classified by their nutrition source, and to determine the soil cellulolytic activity.

The analysis of soil microbial cenosis was carried out with the use of differential diagnostic nutrient media by method of serial dissolution of the soil suspension. To determine the general soil biological activity, Mishustin's application method was applied. By the ratio of different ecological trophic groups of microorganisms, and by the cellulose decomposition intensity scale, conclusions were made regarding the biological activity of the soils located at different distances from the railways (0, 25, 50 and 100 m) laid along the outskirts of the city of Uzhhorod.

The results of the research showed the impairment of the soil biocenosis of the ecosystems located close to the rail tracks laid along the outskirts of Uzhhorod. The soil abutting on the rail tracks (distance 0 m) was shown to be characterized by reduced levels of ammonifiers, micromycetes, nitrogen fixers and mixobacteria; heightened number of actinobacteria, oligonitrophils, cryptogamic microbiota and lowered cellulolytic activity – all proving the unfavourable state of the soils. With moving off the rail track, the microbiological indices tended to stabilize, and general biological activity of the soil was rising.

Thus, functioning of soil microbial cenosis and its cellulolytic activity are susceptible to the impact of anthropogenic factors, particularly to the rail transport. Therefore, these data are worth using as bioindicators of the land subject to anthropogenic load.

Key words: railway transport, soil cellulolytic activity, ammonifiers, myxobacteria, oligonitrophilous.

**Н. Ю. Бобрик,
М. В. Кривцова, канд. біол. наук, доц.,
В. І. Ніколайчук, д-р біол. наук, проф.**

*ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна,
e-mail: NadjaBobrik@mail.ru*

БИОЛОГИЧНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ ПРИЗАЛІЗНИЧНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА МІКРОБІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Встановлено порушення мікробіоценозу ґрунту призалізничних екосистем околиць м. Ужгород. Показано, що ґрунт, який прилягає до залізничної колії (відстань – 0 м), характеризується зниженням амоніфікаторів, мікроміцетів, азотфіксаторів, міксобактерій, підвищеною кількістю актинобактерій, олігонітрофілів, спорової мікробіоти, пониженою целюлозолітичною активністю, що свідчить про несприятливий екологічний стан ґрунту. При віддаленні від залізничної колії відбувається стабілізація мікробіологічних показників, підвищення загальної біологічної активності ґрунту.

Ключові слова: залізничний транспорт, целюлозолітична активність ґрунту, амоніфікатори, міксобактерії, олігонітрофіли.

**Н. Ю. Бобрик,
М. В. Кривцова, канд. биол. наук, доц.,
В. И. Николайчук, д-р биол. наук, проф.**

*ГВУЗ «Ужгородский национальный университет», г. Ужгород, Украина,
e-mail: NadjaBobrik@mail.ru*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПРИЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

Установлено нарушения микробиоценоза почвы прижелезнодорожных экосистем окраин г. Ужгород. Показано, что почва, которая тесно прилегает к железнодорожному пути (расстояние – 0 м), характеризуется понижением аммонификаторов, микромицетов, азотфиксаторов, миксобактерий, высоким количеством актинобактерий, олигонитрофилов, споровой микробиоты, пониженной целлюлолитической активностью, что говорит об неблагоприятной экологической ситуации почвы. Одновременно при отдалении от железнодорожного пути происходит стабилизация микробиологических показателей, увеличение общей биологической активности почвы.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, целлюлолитическая активность почвы, аммонификаторы, миксобактерии, олигонитрофилы.

Питання взаємодії залізничного транспорту з навколишнім середовищем є найбільш складним і малодослідженим. Запровадження комплексу природоохоронних заходів протягом останніх років на залізничному транспорті України хоч і сприяли більш раціональній взаємодії останнього з компонентами природного середовища, однак масштаби його незначні і поки-що не дають бажаних результатів (Чеховська, 2003).

Структура негативного впливу транспорту на середовище включає хімічне, фізичне та біологічне забруднення прилеглих екосистем. До токсичних речовин, які

виділяються дизелями, відносяться оксид вуглецю, оксиди азоту, сажа, вуглеводи, двоокис сірки, сірководень. У відпрацьованих газах міститься також бенз(а)пірен і поліциклічні ароматичні вуглеводні, важкі метали. Всі відходи, що залишаються від проходження вантажних та пасажирських поїздів, потрапляють у ґрунт та ґрунтові води поблизу залізничних колій і розносяться на прилеглі поля та угіддя, забруднюючи ґрунтовий покрив (Процько, 2009). Поллютанти хімічної природи, джерелом яких є об'єкти залізничного транспорту, можуть становити загрозу погіршення як екологічного стану довкілля, так і здоров'я людини (Юхновський, 2006). Різні види антропогенних факторів, зокрема і об'єкти транспорту, негативно впливають на фізичний стан ґрунту, змінюючи їх мікроструктурний склад (Бельгард, 1971; Белова, 1997, 1999; Дідух, 1998).

В роботах останніх років було показано порушення деяких показників мікробного ценозу ґрунту територій, що розташовані поблизу залізничної магістралі (Ніколайчук та ін., 2009; Симочко, 2009). Проте інтенсивність роботи залізничного транспорту на різних ділянках магістралі не однакова, тому актуальним залишається проведення моніторингових робіт з впливу цього виду транспорту на прилеглі екосистеми, в тому числі мікробіоценозу ґрунту, а також порівняльний аналіз біологічної активності ґрунтів в умовах різних залізничних станцій та з різною інтенсивністю роботи цього виду транспорту.

Метою нашої роботи було визначення біологічної активності ґрунтів приміагістральних екосистем за такими показниками: співвідношення та кількісний склад деяких груп мікроорганізмів за джерелом живлення як найбільш інформативної діагностичної компоненти, здатної, завдяки високій адаптації, швидко реагувати на зміни екологічних умов (Свирскене, 2003); визначення целюлозолітичної активності ґрунту аплікаційним методом.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досліджували приміагістральні території Ужгородського району на відстані 0, 25, 50 та 100 м від залізничної колії. Відбір, підготовка та зберігання зразків ґрунту для дослідження аеробної мікробіоти проводили відповідно з ДСТУ ISO 10381 – 6:2001. Насип колії становив 1,5 м. Тип ґрунту – дерново-підзолистий. Лучна екосистема представлена густим різнотрав'ям. У фітоценозі переважають такі види: *Mentha piperita* L. (м'ята), *Vicia cracca* L. (горошок мишачий), *Equisetum arvense* L. (хвощ польовий), *Lathyrus tuberosum* L. (чина бульбиста), *Stenactis annua* (L.) Ness. (стенактис однорічний).

Аналіз мікробного ценозу ґрунту проводили з використанням диференціально-діагностичних поживних середовищ методом серійних розведень ґрунтової суспензії. Так, амоніфікуючі бактерії (сапрофітні бактерії) враховували на м'ясопептонному агарі (МПА), актиноміцети – на крохмаль-аміачному агарі (КАА), мікроміцети – на середовищі Сабуро, міксобактерії – на картопляному агарі, спорову мікробіоту – на МПА (пастеризація ґрунтової суспензії протягом 5 хв.), *Azotobacter* – на середовищі Ешбі за методом обростання грудочок ґрунту (Звягинцев, 1991).

Для визначення загальної біологічної активності ґрунту застосовували аплікаційний метод Мішустіна (Федорец, 2009). В ґрунт поміщали чисті обезжирені скельця, обшиті з обох сторін чистим целюлозним полотном за допомогою шовкових ниток. Вага тканини, яка пришивається на скельце, завчасно встановлена. За зменшенням ваги полотна роблять висновок про інтенсивність руйнування целюлози за шкалою, наведеною в табл. 1.

Дослідження проводили у трьох повторюваностях. Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми *Microsoft Excel*.

Таблиця 1

Шкала інтенсивності руйнування целюлози (%) за вегетаційний період

Вираженість процесу руйнування	Оцінка
<10	Дуже слабка
10–30	Слабка
30–50	Середня
50–80	Сильна
>80	Дуже сильна

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Діяльність мікробного угруповання, адаптованого до конкретних екологічних умов, зокрема і целюлозолітичних мікроорганізмів, визначає біологічну активність ґрунту. Працями ряду вчених доведено, що при високому рівні забруднення незворотно змінюється комплекс ґрунтових мікроорганізмів, при цьому характер цих змін є прямопропорційним концентрації поллютанта в ґрунті (Кураков, 2000; Серна, 2003).

На біоценологічному рівні реакція мікрофлори на антропогенні забруднювачі виражається у зміні її кількісного та якісного складу (Марченко, 2008). В результаті проведення досліджень виявлено зниження кількості майже всіх еколого-трофічних груп мікроорганізмів у структурі мікробного ценозу ґрунту територій, що безпосередньо прилягають до залізничної колії (табл. 2).

Таблиця 2

Кількісний склад мікробіоценозів примагістральних екосистем (*10⁵ КУО/1г сух. ґрунту)

Відстань від залізничної колії, м	Амоніфікатори (використовують органічну форму азоту)	Мікроміцети	Актинобактерії і бактерії, що використовують мінеральний азот	Олігонітрофіли	Міксобактерії	Спорові
0	10,2±1,0	8,3±2,1	82,8±0,5	79,8±0,5	25,4±3,5	10,9±0,5
25	25,6±1,0	21,4±1,3	76,3±14,0	70,0±0,5	63,8±4,5	12,5±0,5
50	61,4±5,0	26,5±5,1	58,3±14	46,4±1,0	61,0±6,5	3,7±0,5
100	620,0±5,0	25,2±1,6	39,7±0,5	21,1±0,5	62±8,5	2,5±0,5

На основі проведених досліджень можна зробити висновки про розподіл основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у примагістральних екосистемах Ужгородського району.

Вміст **амоніфікаторів**, які є активними мінералізаторами органічних азотовмісних сполук (Шерстобоева, 2010), закономірно збільшувався із віддаленням від залізничної колії. Так, на відстані 0 м від залізничної колії вміст представників даної групи мікроорганізмів становив 10,2±1,0*10⁵ КУО/1г абс. сух. гр., а вже на відстані 100 м даний показник збільшувався у 62 рази (620,0±5,0*10⁵ КУО/1г абс. сух. гр.).

Аналіз кількості **актинобактерій** призалізничних територій показав, що їх кількість зменшується при віддаленні від залізничної колії. Максимальна їх кількість зареєстрована на відстані 0 м від залізничної колії (82,8±0,5*10⁵ КУО/1г абс. сух. гр.), а на відстані 100 м їх кількість зменшується в 2 рази (39,7±0,5*10⁵ КУО/1г абс. сух. гр.).

Найменша кількість **мікроміцетів** виявлена на відстані 0 м від залізничної колії ($8,3 \pm 2,1 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр). Це свідчить про сповільнення природного розкладу органічної речовини. На відстані 100 м від залізничної колії кількість мікроміцетів зростає втричі ($25,2 \pm 1,6 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр).

У ґрунті, відібраному на відстані 0 м від залізничної колії, спостерігали підвищену кількість **олігонітрофілів** ($79,8 \pm 0,5 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр), що може свідчити про відносно низьку забезпеченість азотом цих ґрунтів (Казюта, 2002). Вже на відстані 100 м їх кількість зменшується майже в чотири рази і становить $21,1 \pm 0,5 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр.

Найменшу кількість **міксобактерій** виявлено на відстані 0 м від залізничної колії $25,4 \pm 3,5 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр, на відстані 25 м їх кількість зростає в 2,5 рази і при віддаленні від залізничної колії вміст представників даної групи мікроорганізмів суттєво не змінюється.

Підвищення кількості **бацил** у ґрунті свідчить про більш глибоку деструкцію органічної речовини, що відбувається на відстані 0 м і 25 м від залізничної колії ($10,9 \pm 0,5 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр. та $12,5 \pm 0,5 \cdot 10^5$ КУО/1г абс. сух. гр відповідно). Саме ця група мікроорганізмів, за Волкогоном (2010), володіє вираженою фітотоксичною активністю.

Мінімальну азотфіксуючу активність досліджуваних ґрунтів реєстрували на відстані 0 м від залізничної колії (13,3 %). На основі зниження даного показника навіть при незначних концентраціях поллютанта в ґрунті є можливість його застосування в якості індикатора екологічного стану ґрунту. Чисельність азотфіксуючих мікроорганізмів закономірно збільшується при віддаленні від залізничної колії (рис. 1).

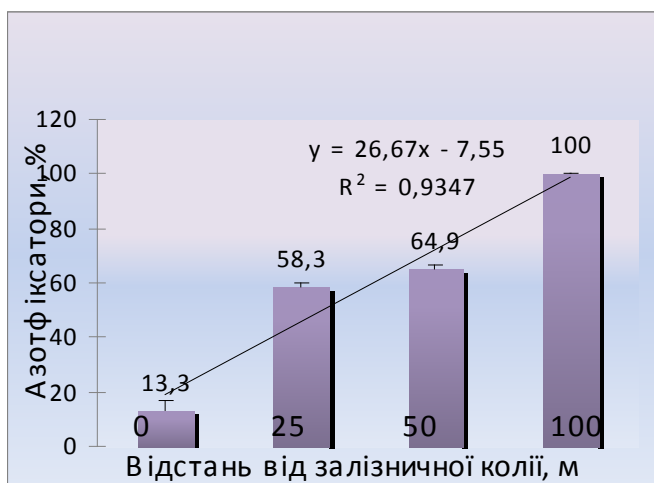


Рис. 1. Вміст вільноживучих азотфіксуючих мікроорганізмів у ґрунтах примігстральних екосистем

Таким чином, аналіз кількісного і якісного складу фізіологічних груп мікроорганізмів у ґрунтах призалізничних територій проявив такі характерні риси: підвищена кількість актинобактерій, олігонітрофілів, спорової мікробіоти, понижена кількість амоніфікаторів, мікроміцетів, азотфіксаторів, міксобактерій при наближенні до залізничної колії, що свідчить про несприятливий екологічний стан ґрунту. На відстані 100 м від залізничної колії відбувається стабілізація мікробного ценозу з переважанням «агрономічно корисних» груп мікроорганізмів.

Одним із показників біологічної активності ґрунту слугує її целюлозолітична активність, що свідчить про темпи перетворення рослинних залишків в ґрунті. До целюлозоруйнуючих мікроорганізмів, які є типовими представниками активної мінералізації органічної речовини, належать деякі гриби, бактерії, в тому числі й актиноміцети (Margesin, 2000). Чим інтенсивніше відбувається розкладання клітковини, тим швидший кругообіг елементів і тим повніше рослини забезпечуються поживними речовинами (Лазарев, 1997).

Результати дослідження прояву целюлозолітичної активності ґрунтів примагістральних екосистем м. Ужгород за вегетаційний період наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Целюлозолітична активність ґрунту (червень-серпень)

Місце закладання проб	Відсоток зменшення ваги за вегетаційний період	Оцінка целюлозолітичної активності
0 м	45,16±5,65	Середня
25 м	53,61±2,48	Сильна
50 м	94,43±1,35	Дуже сильна
100 м	81,95±8,88	Дуже сильна

Дослідження целюлозолітичної активності ґрунту показало, що на відстані 0 м та 25 м від залізничної колії відсоток розкладу целюлози складає 53,61±2,48 % та 45,16±5,65 % відповідно, що за шкалою інтенсивності руйнування целюлози оцінюється як «середня». При віддаленні від залізничної колії спостерігали значне підвищення даного показника (94,43±1,35 % та 81,95±8,88 %), що оцінюється як «дуже сильна» целюлозолітична активність.

Аналізуючи динаміку целюлозолітичної активності ґрунтів за місяцями встановлено, що найактивнішу діяльність целюлозолітичні мікроорганізми проявляють в липні – на відстані 25 м від залізничної колії (60 %), та в червні – для відстаней 50 та 100 м від залізничної колії (45 та 62 % відповідно) (рис. 2). Виявляється

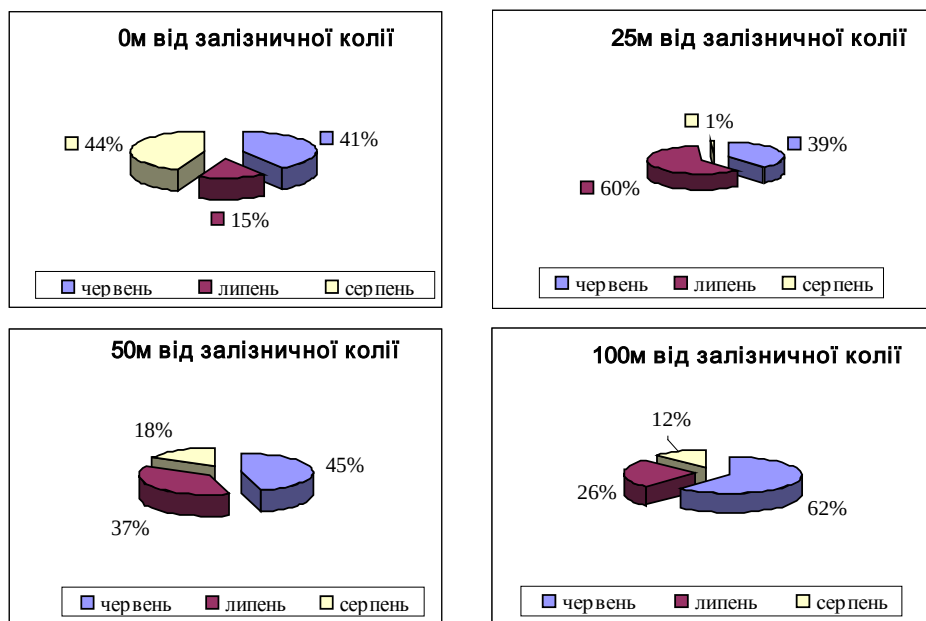


Рис. 2. Динаміка целюлозолітичної активності ґрунтів призалізничних екосистем на різних відстанях від залізничної колії протягом вегетаційного періоду

становить грунт, відібраний на відстані 0 м від залізничної колії, де максимальний відсоток розкладання полотна спостерігали в серпні (44 %). Це може бути пов'язано з високою серпневою температурою повітря та значним прогрівом ґрунтового покриву. На інших відстанях (25, 50 і 100 м) від залізничної колії у серпні зафіксовано мінімальну активність діяльності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів (1, 18 та 12 % відповідно).

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень встановлено закономірності розподілу основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ґрунті примігстральних лучних екосистем Ужгородського району. Чисельність азотфікуючих мікроорганізмів закономірно збільшується при віддаленні від залізничної колії. Аналіз кількісного і якісного складу фізіологічних груп мікроорганізмів у ґрунтах призалізничних територій проявив такі характерні риси: підвищена кількість актинобактерій, олігонітрофілів, спорової мікробіоти, понижена кількість амоніфікаторів, мікроміцетів, азотфіксаторів, міксобактерій при наближенні до залізничної колії, що свідчить про несприятливий екологічний стан ґрунту. На відстані 0 м та 25 м від залізничної колії зафіксовано низький відсоток розкладу целюлози, а при віддаленні від залізничної колії спостерігали значне підвищення даного показника ($94,43 \pm 1,35$ % та $81,95 \pm 8,88$ %).

Отже, функціонування мікробного ценозу ґрунту та його целюлозолітична активність є чутливими до впливу антропогенних чинників, а зокрема, до впливу залізничного транспорту, тому дані показники доцільно використовувати в якості біоіндикації земель, які знаходяться під впливом антропогенного навантаження.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Андреюк К. І.** Функціонування мікробних угруповань в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андреюк, Г. О. Іутинська, А. Ф. Античук та ін. – К. : Обереги, 2001. – 240 с.
Andreyuk, K. I., Iutynska, H. O., Antychuk, A. F., 2001, "Functioning of Microbial Groups under Anthropogenic Load", Kyiv, Oberehy, 240 p.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
Belgard, A. L., 1971, "Steppe Dendrology", Moscow, Lesnaya promyshlennost, 335 p.
- Белова Н. А.** Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова – Д. : ДГУ, 1997. – 265 с.
Belova, N. A., 1997, "Ecology, Micromorphology, Anthropogenesis of Forest Soils of Ukraine's Steppe Zone", Dnipropetrovsk, 265 p.
- Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Д. : Изд-во ДГУ, 1999. – 343 с.
Belova, N. A., Travleyev, A. P., 1999, "Natural Forests and Steppe Soils", Dnipropetrovsk, Dnipropetrovsk State University Publishers, 343 p.
- Дідух Я. П.** Популяційна екологія / Я. П. Дідух – К. : Фітосоціоцентр, 1998. – 192 с.
Didukh, Ya. P., 1998, "Population Ecology", Kyiv, Fitosotsiotsentr, 192 p.
- ДСТУ ISO 10381–6–2001** Якість ґрунту. Відбір проб. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 181 с. (Національні стандарти України).
State Standard of Ukraine ISO 10381–6–2001 Soil Quality. Sampling, Kyiv, State Consumers Standards of Ukraine, 2006, 181 p. (National Standards of Ukraine).
- Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія** / В. В. Волкогон, О. В. Надкернична, Л. М. Толмакова, Т. М. Мельничук та ін. – К. : Аграр. наука, 2010. – 464 с.
"Experimental Soil Microbiology", 2010, V. Volkohon, O. Nadkernychna, L. Tolmakova, T. Melnychuk, Kyiv, Ahrarna nauka, 464 p.
- Звягинцев Д. Г.** Биология почв / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенов – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
Zvyagintsev, D., Babyeva, I., Zenov G., 2005, "Soil biology", Moscow, Moscow State University Publishers, 445 p.

Казюта А. О. Целюлозоруйнівна активність ґрунту в посівах цукрових буряків залежно від першої культури ланки сівозмівни короткої ротації / А. О. Казюта // Вісник ХНАУ. – 2010. – № 5. – С. 135–138.

Kazyuta, A., 2010, "Cellulose Decomposing Capacity of Soils under Sugar Beet Crops, Depending on the First Culture of Short Crop Rotation Link", *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*, no. 5, pp. 135–138.

Кураков А. В. Изменение комплекса гетеротрофных микроорганизмов при загрязнении дерново-подзолистой почвы свинцом / А. В. Кураков, Д. Г. Звягинцев, З. Филиппа // Почвоведение. – 2000. – № 12. – С. 1448–1456.

Kurakov, A., Zvyagintsev, D., Filippa, Z., 2000, "Change in the Complex of Heterotrophic Microorganisms under Lead Contamination of Sod-Podzol Soils", *Eurasian Soil Science*, no. 12, pp. 1448–1456.

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., Abrashin, Yu., Gordeyuk, L., 1997, "Cellulolytic Activity of Cultural Common Chernozem of the Forest-Steppe Zone of the Ishim Plains", *Eurasian Soil Science*, no. 10, pp. 1230–1234.

Марченко С. А. Функциональная реакция микробного сообщества почвы как индикатора загрязнения стойкими органическими загрязнителями / С. А. Марченко, П. А. Кожевин // АгроXXI. – 2008. – № 7-9. – С. 31–33.

Marchenko, S., Kozhevin, P., 2008, "Functional Reaction of Soil Microbial Community as Indicator of Contamination by Stable Organic Contaminants", *Agro-21*, no. 7–9, pp. 31–33.

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

"Methods of Soil Microbiology and Biochemistry", 1991, ed. by D. Zvyagintsev, Moscow, Moscow State University Publishers, 304 p.

Николайчук В. І. Комплексне вивчення екологічного стану залізничних примігстральних екосистем Закарпаття / В. І. Николайчук, М. В. Кривцова, Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко, А. В. Колесник, О. Б. Колесник // Ґрунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 3-4. – С. 13–21.

Nikolaichuk, V., Kryvtsova, M., Symochko, L., 2009, "An Integrated Study of Ecological Condition of the Railway Ecosystems in Zakarpatska Oblast", *Gruntoznavstvo*, 10, no. 3–4, pp. 13–21.

Процько Я. І. Проблема впливу залізничного транспорту на екологію / Я. І. Процько // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 3. – С. 168–170.

Protsko, Ya., 2009, "On the Problem of Railway Transport's Effect upon Ecology", *The Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, no. 3, pp. 168–170.

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

Svirskene, A., 2003, "Microbiological and Biochemical Assessment Indices of Anthropogenic Impact on Soils", *Eurasian Soil Science*, no. 2, pp. 202–210.

Симочко Л. Ю. Екологічний стан мікробного ценозу ґрунту в примігстральних біогеоценозах / Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. – 2009. – Вип. 26. – С. 148–153.

Symochko, L., Symochko, V., 2009, "Ecological Condition of Soil Microbial Cenosis in Railway Biogeocenoses", *The Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Biology*, no. 26, pp. 148–153.

Федорец Н. Г. Методика исследования почв урбанизованных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.

Fedorets, N., Medvedeva, M., 2009, "Urbanized Areas Soil Research Methods", Petrozavodsk, Karelian Science Centre of the Russian Academy of Science, 84 p.

Чеховська М. М. Організаційно-економічний механізм удосконалення природоохоронної діяльності на залізничному транспорті України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук: спец. 08.08.01 «Економіка природокористування і охорони навколишнього середовища» / М. М. Чеховська. – К., 2003. – 20 с.

Chekhovska, M., 2003, "Economic Organizing Improvement Mechanism of Environmental Activity at Railways", author's abstract of the PhD (Candidate of Economic Sciences) dissertation: speciality 08.08.01 Economy of Nature Management and Environmental Protection, Kyiv, 20 p.

Шерстобоева О. В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства / О. В. Шерстобоева // Агроекологічний журнал. – 2007. – № 1. – С. 67-70.

Sherstoboyeva, O., 2007, "Ecological, Economic and Social Grounds for Biological Agriculture", *Agroecological Journal*, no. 1, pp. 67–70.

Юхновський І. Р. Транспортний комплекс України. Залізничний транспорт: Проблеми та перспективи / І. Р. Юхновський, Г. Б. Лебеда, Т. І. Попова; за ред. І. Р. Юхновського. – К. : ФАДА, ЛТД, 2006. – 288 с.

Yukhnovsky, I., Lebeda, H., Popova, T., 2006, "Ukraine's Transportation Complex. Rail Transport: Problems and Prospects", Kyiv, FADA Ltd, 288 p.

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

Margesin, R., Zimmerbauer, A., Schinner, F., 2000, "Monitoring of bioremediation by soil biological activities", *Chemosphere*, 40, no. 3, pp. 339–340.

Рекомендує до друку
д-р біол. наук І. А. Мальцева

Надійшла до редколегії 10.01.13

**І. М. Малиновська, д-р с.-г. наук, голов. наук. співр.,
Д. В. Літвінов, канд. с.-г. наук, пров. наук. співр.**

*Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Київська обл.,
Україна, e-mail: irina.malinovskaya.1960@mail.ru*

ВПЛИВ ВИРОЩУВАННЯ У МОНОКУЛЬТУРІ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ У КОРЕНЕВІЙ ЗОНІ КУКУРУДЗИ ТА СОЇ

**I. M. Malinovskaya, Dr. Sci. (Agric.), Principal Scientific Officer,
D. V. Litvinov, Cand. Sci. (Agric.), Chief Scientific Officer**

*National Scientific Centre “Institute of Agriculture of NAAS”, Kyiv region, Ukraine,
e-mail: irina.malinovskaya.1960@mail.ru*

MONOCULTURE CULTIVATION IMPACT ON MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN THE ROOT ZONE OF MAIZE AND SOYBEANS

Stationary test alternatives for cultivation of maize and soybeans in the permanent crops and short rotary crop successions have been researched. It is established that the cultivation of maize in monoculture leads to an intensification of soil organic matter consumption compared to crop rotation: without the applying of mineral fertilizers to 58.7 %, with the application of mineral fertilizers - to 28.4 %; increasing of humus mineralization: without fertilizers to 59.0 %, with the introduction of $N_{60}P_{40}K_{60}$ – to 38.5 %; mineralization activation of nitrogen compounds in 2.5 and 2.6 times.

Monoculture cultivation of soybeans is also accompanied with an intensification of development of the organic matter in the soil, increasing of humus mineralization and the mineralization activation of nitrogen compounds.

When growing in crop rotation in the root zone of the studied cultures more stable and robust microbial communities are being formed. It is evidenced by the increasing number of highly significant correlations than when growing crops in permanent sowing.

When cultivating the maize and soybeans in monoculture without fertilizers the total number of microorganisms is being decreased, compared to the cultivating in crop rotation, to 32.7 and 20.8 %. When cultivating the maize in monoculture with mineral fertilizers total number of microorganisms is almost unchanged. Thus, application of fertilizers, especially organic (manure), makes it possible to reduce the effect of soil fatigue at maize monocultivation, at least by brief periods of permanent cultivation.

When the maize cultivating in a permanent corns the micromycetes development compared to crop rotation is 2.7 times (at fertilization), for soybeans this index is 3.08 times. Physiological and biochemical activity of micromycetes also increases: in the root zone of maize – in 2.19 times, in the root zone of soybeans – in 1.36 times. Physiological and biochemical activity of micromycetes significantly increases as well as in alternatives for crop cultivation without application of fertilizers.

When growing cultures in the permanent crops without fertilizer the number of azotobacter is minimum; with the application of mineral fertilizers its population increases substantially; during the growth of crops in the rotation – on the contrary – the application of mineral fertilizers leads to a decrease in the number of azotobacter.

A high amount of polysaccharide synthesizing microorganisms in the check soil (without fertilizer) is revealed, which can be explained by lack of mineral elements. As a result of application of mineral fertilizers the number of polysaccharide synthesizing bacteria decreases: in the soil root zone of maize (crop rotation) in 3.43 times, in the soil root zone of soybean (monoculture) in 1.46 times. When the maize cultivating in monoculture fertilizer does not affect the number of polysaccharide synthesizing microorganisms, demonstrates the complexity of the operation of multicomponent and multifactorial biological systems.

Mechanism of quantity change of acid-producing microorganisms is almost identical to the mechanism of azotobacter spread: in crop rotations the optimization of plant nutrition leads to a decrease in the number of acid-producing microorganisms, in the permanent crops - to an increase.

Monocultivation of maize for 6 years accompanied by a loss of total organic matter and humus content: by 14.5 % (without fertilizer) and by 10.4 % (with fertilizer); at monocultivation of soybeans – by 8.45 and 2.7 %, respectively. The application of mineral and organic fertilizers slows down the process of mineralization of humus compounds, while soybean monocultivation the process is slower than while maize monocultivation.

Oligotrophy factor at maize cultivation in monoculture is increased by 13.3 % at the absence of fertilizer and by 37.3 % – at the optimal mineral nutrition of plants. Cultivation of maize in monoculture is accompanied by increased mineralization of humus compounds: in the version without fertilizers by 59.0 %, with fertilizers – by 38.5 %. Cultivation of soybean in monoculture at mineral fertilization is also accompanied by an intensification of development of organic matter – in 1.98 times, mineralization of nitrogen compounds in 3.13 times, increased mineralization of humus compounds in 1.63 times.

Key words: microbial community, mineralization, organic matter, humus, nitrogen, maize, soybeans, monoculture, crop rotation.

**І. М. Малиновська, д-р с.-г. наук, голов. наук. співр.,
Д. В. Літвінов, канд. с.-г. наук, пров. наук. співр.**

*Національний науковий центр «Інститут землеробства НААН», Київська обл.,
Україна, e-mail: irina.malinovskaya.1960@mail.ru*

ВПЛИВ ВИРОЩУВАННЯ У МОНОКУЛЬТУРІ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ У КОРЕНЕВІЙ ЗОНІ КУКУРУДЗИ ТА СОЇ

Досліджували варіанти стаціонарного досліду з вирощування кукурудзи і сої у беззмінних посівах і короткоротаційних сівозмінах.

Встановлено, що вирощування кукурудзи у монокультурі призводить до інтенсифікації витрачання органічної речовини порівняно із сівозміною: без внесення мінеральних добрив на 58,7 %, за внесення мінеральних добрив – на 28,4 %; до посилення мінералізації гумусових сполук: у варіанті без добрив на 59,0 %, із внесенням $N_{60}P_{40}K_{60}$ – на 38,5 %; до активізації мінералізації сполук азоту у 2,5 і 2,6 рази відповідно.

Вирощування сої у монокультурі також супроводжується інтенсифікацією освоєння органічної речовини, посиленням мінералізації гумусових сполук і активізацією мінералізації сполук азоту.

За вирощування досліджених культур у сівозміні мікробні угруповання їх кореневої зони формуються більш стабільними і міцними, про що свідчить більша кількість високочисельних кореляційних зв'язків, ніж за вирощування культур у беззмінних посівах.

Ключові слова: мікробне угруповання, мінералізація, органічна речовина, гумус, азот, кукурудза, соя, монокультура, сівозміна.

**И. М. Малиновская, д-р с.-х. наук, глав. науч. сотр.,
Д. В. Литвинов, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.**

*Национальный научный центр «Институт земледелия НААН», Киевская обл.,
Украина, e-mail: irina.malinovskaya.1960@mail.ru*

ВЛИЯНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ В МОНОКУЛЬТУРЕ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОРНЕВОЙ ЗОНЕ КУКУРУЗЫ И СОИ

Исследовали варианты стационарного опыта по выращиванию кукурузы и сои в бессменных посевах и короткоротационных севооборотах.

Установлено, что выращивание кукурузы в монокультуре приводит к интенсификации расходования органического вещества почвы по сравнению с севооборотом: без внесения минеральных удобрений на 58,7 %, с внесением минеральных удобрений – на 28,4 %;

усилению минерализации гумуса: без удобрений на 59,0 %, с внесением $N_{60}P_{40}K_{60}$ – на 38,5 %; активизации минерализации соединений азота в 2,5 и 2,6 раза соответственно.

Выращивание сои в монокультуре также сопровождается интенсификацией освоения органического вещества почвы, усилением минерализации гумуса и активизацией минерализации соединений азота.

При выращивании в севообороте в корневой зоне исследуемых культур формируются более стабильные и прочные микробные сообщества, о чем свидетельствует большее количество высокозначимых корреляционных связей, чем при выращивании культур в бессменных посевах.

Ключевые слова: микробное сообщество, минерализация, органическое вещество, гумус, азот, кукуруза, соя, монокультура, севооборот.

Літературні відомості про вплив монокультур на ґрунтову мікрофлору суперечливі. Одні автори (Берестецкий, 1985) виявили пригнічення і лізис агрономічно цінної бактеріальної мікрофлори, накопичення малоактивних форм бактерій і мікроміцетів під монокультурами, інші (Бойко, 1985; Сандрак, 1982) вказують на відсутність тотального пригнічення мікрофлори, але підкреслюють різницю у динаміці і співвідношенні чисельності мікроорганізмів різних функціональних груп. О. А. Берестецкий (1985) вважає, що вплив монокультур на мікробне угруповання залежить від типу ґрунту.

Метою нашої роботи було дослідження структури мікробного угруповання кореневої зони сої і кукурудзи за їх вирощування у монокультурі і чотирьохпільній сівозміні.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В експериментах аналізували ґрунт з варіантів стаціонарного досліду з вивчення короткоротаційних сівозмін відділу сівозмін і землеробства на меліорованих землях ННЦ «Інститут землеробства НААН», закладеному у 2001 році на чорноземах типових малогумусних у підзоні нестійкого зволоження лівобережного Лісостепу на Панфільській дослідній станції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Уміст гумусу в орному шарі ґрунту на час закладення досліду варіював у проміжку від 3,08 до 3,18 %, уміст фосфору – 22–25 мг/100 г, уміст обмінного калію – 8–12 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була слабокислою, ступінь насичення вбирного комплексу основами – високий (85–99 %). У 2004 р. дослід увійшов у повноцінне інформаційне поле, тобто всі культури експериментальних сівозмін розміщуються після своїх попередників і передпопередників.

Досліджували варіанти коротко ротаційних сівозмін без внесення добрив (контроль) і за органо-мінеральної системи удобрення (кукурудза на зерно – $N_{60}P_{40}K_{60}$ + 40 т/га гною, соя – $N_0P_{30}K_{40}$, ячмінь ярий – $N_{60}P_{40}K_{60}$). У 2006 р. додатково до існуючої схеми досліду введено посіви беззмінних культур: кукурудзи – варіант без добрив і варіант із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{40}K_{60}$ +гній (40т/га); сої – варіант без добрив і варіант із внесенням мінеральних добрив у дозі $N_0P_{30}K_{40}$; ячменю – варіант без добрив.

Розмір посівної ділянки – 90 м², облікової – 40 м², повторність – триразова. Розміщення варіантів і повторень систематичне. Зразки ґрунту для досліджень відбирали із кореневої зони кукурудзи у фазу викидання волоті, сої – цвітіння і початку наливу бобів, ячменю ярого – у фазу молочно-воскової стиглості.

Чисельність і фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп, спрямованість мікробіологічних процесів визначали методами, які описані раніше (Малиновська, 2011).

Статистичний аналіз результатів проводили з використанням сучасного комп'ютерного програмного пакету *Microsoft Office*.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз експериментальних даних показує, що вирощування сільськогосподарських культур у беззмінних посівах істотно впливає на чисельність і фізіолого-біохімічну активність мікроорганізмів більшості еколого-трофічних груп їхньої ризосфери (табл. 1, 2). Так, вирощування кукурудзи у монокультурі (без добрив) призводить до істотного зниження чисельності таких агрономічно важливих мікроорганізмів як амоніфікувальні, іммобілізатори мінерального азоту, азотобактер, педотрофи, целюлозоруйнівні, полісахаридсинтезувальні, фосформобілізівні та ін. Внесення мінеральних і органічних добрив дозволяє зменшити негативний вплив монокульттивування на мікробне угруповання кореневої зони кукурудзи. В результаті оптимізування мінерального живлення рослин чисельність мікроорганізмів деяких груп зменшується не так суттєво як без удобрення, або не зменшується зовсім.

Загальна чисельність мікроорганізмів зменшується при вирощуванні кукурудзи і сої у монокультурі без добрив порівняно із вирощуванням у сівозміні на 32,7 і 20,8 % відповідно. При вирощуванні кукурудзи у монокультурі із внесенням мінеральних добрив загальна чисельність мікроорганізмів майже не змінюється. Отже, внесення добрив, особливо органічних (гній), дозволяє знизити ефект ґрунтової монокультивирування кукурудзи, принаймні за нетривалих строків беззмінного вирощування. Можливою причиною цього може бути висока адсорбційна здатність полімерів у складі органічного добрива, що є також причиною зниження фітотоксичності ґрунту у варіантах із внесенням органічних добрив (табл. 3).

О. А. Берестецким із співав. (1980) показано, що в процесі вирощування сільськогосподарських культур у беззмінних посівах мікроорганізми їхньої ризосфери втрачають здатність засвоювати азот у мінеральній формі. Нами отримані не настільки однозначні дані: для кукурудзи у варіанті без добрив спостерігається деяке зменшення чисельності іммобілізаторів мінерального азоту, з внесенням органічних і мінеральних добрив – навпроти – збільшення їхньої чисельності у 2,26 рази (табл. 1). Для пшениці озимої (Малиновська, 2011) і сої закономірність розповсюдження мікроорганізмів цієї групи співпадає із даними О. А. Берестецького (1980), а вирощування гороху у монокультурі не впливає на чисельність іммобілізаторів мінерального азоту (Малиновська, 2011). Отже, важливим для розповсюдження іммобілізаторів мінерального азоту у ґрунті є, окрім монокультивирування, також забезпеченість рослин макро- і мікроелементами (удобрення), а також видові особливості вирощуваної культури, зокрема, здатність фіксувати азот.

Вирощування у беззмінних посівах сої впливає на структуру мікробного угруповання її кореневої зони також неоднозначно, як і у кукурудзи (табл. 1). Істотно змінюється чисельність мікроорганізмів циклу азоту, в першу чергу, амоніфікаторів та іммобілізаторів мінерального азоту. За вирощування сої у беззмінних посівах із удобренням чисельність амоніфікаторів знижується порівняно із сівозміною у 2,53 рази, іммобілізаторів мінерального азоту – у 2,38 рази. Чисельність мікроорганізмів інших досліджених груп при вирощуванні у беззмінних посівах, навпроти, збільшується: олігонітрофілів, азотобактера, нітрифікаторів, денітрифікаторів, целюлозоруйнівних та ін. Загальна чисельність мікроорганізмів у кореневій зоні сої за монокультивирування лише на 20,8 % менша за її вирощування у сівозміні. При цьому врожайність сої за беззмінного вирощування також статистично не відрізняється від врожайності цієї культури за вирощування у сівозміні (табл. 3). Отже, соя, як і інша бобова культура – горох (Малиновська, 2011), краще пристосована до вирощування у монокультурі, ніж злакові культури і кукурудза, принаймні за нетривалих строків беззмінного вирощування. Це підтверджується також результатами вивчення фітотоксичності ґрунту кореневої зони сої: вона мінімальна серед досліджених варіантів і менша за фітотоксичність ґрунту кореневої

Таблиця 1

Чисельність мікроорганізмів у кореневій зоні кукурудзи і сої, які вирощуються у безмісних посівах і чотирьохпільній сівозміні, млн. КУО*/г абсолютно сухого ґрунту, 2012 р.

Варіант	Амоніфікатори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігонітрофіли	Азотобактер, %оброствання ґрудонок ґрунту	Нітрифікатори	Денітрифікатори	Педтрофи	Целюлозоруйнівіні бактерії	Полісахаридсинтезувальні	Автохтонні	Стрептоміцети	Мікроміцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів	Кг	Кислотовтворюючі	Загальна чисельність мікроорганізмів
Кукурудза, сівозмiна, б/д	340,0	99,7	63,2	85,3	0,198	49,3	115,9	38,8	6,21	21,8	20,5	0,256	46,0	1,191	26,7	828,6
Кукурудза, сівозмiна, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній (40 т/га)	537,2	43,9	27,6	52,0	0,253	152,2	62,4	26,1	1,81	13,0	7,25	0,159	18,5	1,101	13,3	903,7
Кукурудза, монокультура, б/д	293,0	85,7	24,9	0	0,225	60,4	64,2	24,6	2,56	19,2	9,52	0,186	26,0	1,469	14,0	624,5
Кукурудза, монокультура, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній (40 т/га)	468,4	99,4	32,9	88,7	0,286	151,9	69,8	40,5	2,53	20,1	15,2	0,430	14,5	1,581	18,7	934,4
Соя, сівозмiна, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	499,0	132,7	30,0	3,33	0,321	27,4	95,8	43,0	3,28	18,5	11,7	0,160	24,1	1,068	6,00	892,0
Соя, монокультура, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	197,4	55,7	37,1	95,3	0,821	149,8	74,9	129,8	3,92	23,6	13,9	0,493	27,5	1,110	23,3	738,2
Соя, монокультура, б/д	134,4	51,1	36,5	67,3	0,336	48,3	45,7	69,4	5,72	18,8	16,8	0,229	22,9	0,950	18,7	478,0
Ячмінь, монокультура, б/д	131,1	55,4	45,2	77,3	0,302	117,3	151,9	38,3	8,17	18,6	16,0	0,167	32,7	0,779	23,3	546,0
НІР ₀₅	12,5	4,52	3,05	6,11	0,03	8,94	6,14	4,10	0,54	0,50	0,72	0,02	3,05		1,02	

Примітка: КУО* – колонієутворююча одиниця.

Таблиця 2

Вірогідність формування колоній мікроорганізмів (λ , год⁻¹ · 10⁻³) у чорноземно-типовому ґрунті кореневої зони кукурудзи і сої, які вирощуються у беззмінних посівах і чотирьохпільній сівозміні, 2012 р.

Варіант	Амоніфі- катори	Імобілізатори мінерального азоту	Олігоні- трофи	Нітріфі- катори	Денітрифі- катори	Педотрофи	Автохтонні	Цеглолозо- руйнівні	Мікро- міцети	Мобілізатори мінеральних фосфатів
Кукурудза, сівозмінна, б/д	0,253	0,754	2,53	0,037	1,69	1,01	1,06	2,62	2,67	3,63
Кукурудза, сівозмінна, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній	2,40	0,089	2,12	0,018	2,02	0,439	0,780	1,15	3,30	1,96
Кукурудза, монокультура, б/д	1,72	0,19	3,47	0,001	0,132	0,658	0,870	1,56	4,58	2,07
Кукурудза, монокультура, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній	0,265	0,227	1,44	0,015	1,64	0,354	0,931	1,76	7,22	5,07
Соя, сівозмінна, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	0,346	0,030	3,73	0,001	3,38	1,57	0,863	0,510	2,14	1,69
Соя, монокультура, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	1,32	0,601	1,86	0,003	11,5	0,812	0,883	0,948	2,90	1,77
Соя, монокультура, б/д	2,01	0,707	1,14	0,007	0,337	1,79	1,01	3,80	4,65	2,65
Ячмінь, монокультура, б/д	1,29	0,379	0,656	0,001	0,611	0,417	0,900	1,89	2,16	1,69

зони кукурудзи на 19 % при вирощуванні у сівозміні і на 4,4–4,8 % у беззмінних посівах (табл. 3). Максимальною фітотоксичністю ґрунту кореневої зони характеризується ячмінь у беззмінному посіві.

Згідно літературних даних (Берестецкий, 1980; Почвоутомление, 1994), під монокультурами відмічається зростання чисельності мікроміцетів і збільшення частки їх фітотоксичних форм. Отримані нами дані підтверджують цю закономірність: зростання чисельності мікроміцетів при вирощуванні кукурудзи у беззмінних посівах порівняно із сівозміною складає 2,7 рази (за внесення добрив), для сої такий показник складає 3,08 рази (табл. 1). При цьому зростає також фізіолого-біохімічна активність мікроміцетів: у кореневій зоні кукурудзи – у 2,19 рази, у кореневій зоні сої – у 1,36 рази. Істотно зростає фізіолого-біохімічна активність мікроміцетів також і у варіантах вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив (табл. 2).

Раніше нами було показано, що внесення мінеральних добрив при вирощуванні культур у беззмінних посівах призводить до незначного підвищення чисельності азотобактера, а при вирощуванні культур у сівозміні – до суттєвого зниження його чисельності, тобто за монокультивування сільськогосподарських культур відбувається зміна закономірності розповсюдження азотобактера на протилежну тієї, що спостерігається при вирощуванні у сівозміні (Малиновська, 2011). Аналіз експериментальних даних, отриманих на прикладі кукурудзи і сої, підтверджує цю закономірність: при вирощуванні культур у беззмінних посівах без внесення добрив чисельність азотобактера мінімальна, за внесення мінеральних добрив його чисельність істотно зростає, при вирощуванні культур у сівозміні – навпаки – внесення мінеральних добрив призводить до зменшення кількості азотобактера (табл. 1).

Чисельність і фізіолого-біохімічна активність полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів є важливими індикаторними ознаками на нестачу мінеральних елементів у ґрунті (Малиновська, 2006), оскільки бактеріальні полісахариди інтенсифікують розчинення елементів з їх важкорозчинних форм вторинними метаболітами ґрунтових мікроорганізмів. В приведених дослідженнях високу кількість полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів в контрольному ґрунті (без добрив) можна пояснити нестачею мінеральних елементів, в результаті внесення мінеральних добрив чисельність полісахаридсинтезувальних бактерій зменшується: у ґрунті кореневої зони кукурудзи (сівозміна) в 3,43 рази, у ґрунті кореневої зони сої (монокультура) в 1,46 рази (табл. 1). При вирощуванні кукурудзи у монокультурі внесення добрив не впливає на чисельність полісахаридсинтезувальних мікроорганізмів, що демонструє складність функціонування багатокомпонентних і багатofакторних біологічних систем.

Закономірності зміни чисельності кислотоутворювальних мікроорганізмів майже співпадають із закономірностями розповсюдження азотобактера: у сівозмінах оптимізація живлення рослин призводить до зменшення чисельності кислотоутворювальних мікроорганізмів, у беззмінних посівах – підвищенню (табл. 1). Між чисельністю азотобактера і кислотоутворювальних мікроорганізмів існує прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,838$).

За зростаючої спеціалізації землеробства і застосування сівозмін із високим насиченням окремих сільськогосподарських культур велике значення має зберігання і підвищення вмісту у ґрунті органічної речовини. В умовах інтенсивного землеробства роль органічної речовини значно змінюється. Вона стає не тільки джерелом елементів живлення, а й основним фактором регулювання агрофізичних та біологічних умов росту рослин (Скоблина, 1972). Аналіз експериментальних даних показує, що вирощування кукурудзи у беззмінному посіві призводить до активізації витрачання органічної речовини порівняно із сівозміною без внесення мінеральних добрив на 58,7 %, за внесення мінеральних добрив – на 28,4 %, мінералізації сполук

Таблиця 3
Показники інтенсивності мінералізаційних процесів і фітотоксичні властивості чорноземно-типового ґрунту кореневої зони кукурудзи і сої, які вирощуються у беззмінних посівах і чотирьохпільній сівозміні, 2012 р.

	Варіант	Індекс недотрофності	Коефіцієнт оліготрофності	Коефіцієнт мінералізації азоту	Активність мінералізації ґумусу, %	Вміст загального ґумусу, %	Інтенсивність респірації ґрунту, мг СО ₂ /кг ґрунту	Врожайність, т/га	Маса 100 рослин тест-культури – пшениці озимої, г		
									стебло	коріння	загальна маса
1	Кукурудза, сівозмінна, б/д	0,138	0,075	0,119	18,8	3,25	277,4	4,58	8,47	7,42	15,9
2	Кукурудза, сівозмінна, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній	0,116	0,051	0,082	20,8	3,10	310,2	7,41	8,98	8,43	17,4
3	Кукурудза, монокультура, б/д	0,219	0,085	0,292	29,9	2,69	241,5	3,53	8,60	6,91	14,5
4	Кукурудза, монокультура, N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ + гній	0,149	0,070	0,212	28,8	2,79	287,0	4,08	8,89	7,00	15,9
5	Соя, сівозмінна, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	0,192	0,060	0,266	19,3	3,15	409,2	2,55	11,2	9,57	20,7
6	Соя, монокультура, N ₀ P ₃₀ K ₄₀	0,380	0,188	0,283	31,5	3,00	376,5	2,36	8,94	7,64	16,6
7	Соя, монокультура, б/д	0,319	0,255	0,356	41,1	2,84	330,5	2,25	8,97	6,23	15,2
8	Ячмінь, монокультура, б/д	0,454	0,423	0,240	48,0	3,05	281,4	3,19	6,04	5,17	11,2
	НІР ₀₅					0,04	10,5	0,21	0,08	0,07	

азоту у 2,45 і 2,59 рази відповідно (табл. 3). Коефіцієнт оліготрофності за вирощування кукурудзи у монокультурі збільшується на 13,3 % за відсутності удобрення і на 37,3 % – за оптимізування мінерального живлення рослин. Вирощування кукурудзи у монокультурі супроводжується посиленням мінералізації гумусових сполук: у варіанті без добрив на 59,0 %, із внесенням добрив – на 38,5 %. Вирощування сої у монокультурі за внесення мінеральних добрив також супроводжується інтенсифікацією освоєння органічної речовини – у 1,98 рази, мінералізації сполук азоту у 3,13 рази, посиленням мінералізації гумусових сполук у 1,63 рази.

Відомо, що вирощування сільськогосподарських культур у беззмінних посівах впливає на вміст гумусу у ґрунті. О. А. Берестецьким із співав. (1981) на основі активності ферменту поліфенолоксидази, який приймає участь у синтезі гумусових сполук, показано, що у кореневій зоні гороху і ярої пшениці йде більш активний синтез гумусу, ніж у кореневій зоні кукурудзи і картоплі. Показано також, що за беззмінного вирощування зернових культур із використанням 30 т/га гною вдається підтримувати вміст гумусу на його вихідному рівні (Воробьев, 1979). Нами раніше було встановлено, що за 5 років монокульттивування гороху різниця у вмісті гумусу із сівозмінним варіантом склала 5,59 % (із внесенням мінеральних добрив), за монокульттивування пшениці озимої без добрив вміст гумусу зменшився на 1,03 %, із внесенням добрив – на 3,36 % (Малиновська, 2011). Наведені результати свідчать про те, що за 6 років різниця між варіантами вирощування культур у сівозміні і монокультурі стала вельми значною (табл. 3). Так, вміст гумусу при вирощуванні кукурудзи у сівозміні перевищує показники беззмінного вирощування за відсутності удобрення на 20,8 %, за внесення добрив – на 11,1 %; при вирощуванні сої у сівозміні вміст гумусу перевищує відповідний показник варіанту беззмінного посіву на 5,0 %. Якщо зважити на вміст гумусу на момент закладання досліду (3,08 %), то можна визначити, що монокульттивування кукурудзи призводить до втрати 14,5 % (без добрив) і 10,4 % (удобрення) гумусу, монокульттивування сої – 8,45 і 2,7 % відповідно. Отже, внесення мінеральних і органічних добрив уповільнює процес мінералізації гумусових сполук, при цьому за монокульттивування сої процес йде повільніше, ніж за вирощування кукурудзи.

Таким чином, вирощування сільськогосподарських культур у беззмінних посівах супроводжується втратою органічної речовини і гумусу, незважаючи на внесення в окремих варіантах досліду гною. Разом з тим, склад поживних залишків впливає на баланс гумусових сполук в ґрунті і культури, біомаса яких містить велику кількість молекул, які важко мінералізуються, наприклад, пшениця, може і за беззмінного вирощування забезпечувати невеликий приріст вмісту гумусу у ґрунті (Воробьев, 1979).

Інтенсивність респірації, яка вважається інтегрованим показником біологічної активності ґрунту, виявилася нижчою за вирощування кукурудзи і сої у беззмінних посівах, зокрема за внесення добрив на 8,1–8,7 %, без внесення добрив – на 14,9 %. Це свідчить про пригнічення біологічних процесів у ґрунтах беззмінних посівів.

Для встановлення зв'язків між мікробіологічними показниками: чисельністю та фізіолого-біохімічною активністю мікроорганізмів досліджених груп, коефіцієнтами та індексами, які описують спрямованість та інтенсивність мінералізаційних процесів, фітотоксичністю чорноземно-типового ґрунту та врожайністю досліджених сільськогосподарських культур проведений кореляційний аналіз. Встановлено, що чисельність амоніфікаторів позитивно корелює із чисельністю мікроорганізмів циклу азоту, зокрема, іммобілізаторами мінерального азоту і олігонітрофілами, чисельністю стрептоміцетів і загальною чисельністю мікроорганізмів, ВФК нітрифікаторів, автохтонних і фосформобілізуювальних бактерій; обернено – із чисельністю нітрифікаторів і целюлозоруйнівних мікроорганізмів, власною фізіолого-біохімічною активністю, а також коефіцієнтами і індексами, які описують

спрямованість та напруженість мінералізаційних процесів у ґрунті: педотрофності, оліготрофності та мінералізації азоту.

Чисельність азотобактера позитивно корелює із чисельністю мікроорганізмів циклу вуглецю та азоту: целюлозоруйнівних, полісахаридсинтезуювальних, автохтонних і кислотоутворювальних бактерій, стрепто- і мікроміцетів, олігонітрофілів, фізіолого-біохімічною активністю іммобілізаторів мінерального азоту, нітрифікаторів, автохтонних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів; обернено – із чисельністю та фізіолого-біохімічною активністю педотрофів, ВФК олігонітрофілів. Тісний кореляційний зв'язок чисельності азотобактера із чисельністю та фізіолого-біохімічною активністю мікроорганізмів циклу вуглецю свідчить, на нашу думку, про значний вплив на розповсюдження цього мікроорганізму співвідношення вуглецю до азоту у ґрунті. Підвищений вміст джерел вуглецю у ґрунті сприяє розмноженню азотобактера, а також позитивно впливає на чисельність мікроорганізмів, які приймають участь у мінералізації саме сполук вуглецю.

Потрібно підкреслити, що кількість азотобактера не корелює із рівнем врожайності досліджених сільськогосподарських культур ($r = 0,028$), що ще раз підтверджує необхідність перегляду уявлень про азотобактер як індикаційний мікроорганізм ефективної родючості ґрунту. Отримані дані щодо взаємозв'язку чисельності азотобактера із врожайністю досліджених культур підтверджуються результатами, отриманими нами раніше для такої культури як соя (Малиновська, 2012).

На основі даних про динаміку розвитку мікроорганізмів в досліджених варіантах досліду нами побудовані кореляційні матриці за методом П. Терентьєва (1959). Проведений аналіз свідчить, що за загальною кількістю значимих кореляційних зв'язків мікробні угруповання досліджених культур у беззмінних посівах суттєво відрізняються від показників мікробних угруповань культур за вирощування у сівозміні. Так, мікробіоценоз кореневої зони кукурудзи за монокультування характеризується кількістю зв'язків 56 і 59 відповідно варіантам без добрив і з внесенням мінеральних добрив, за вирощування кукурудзи у сівозміні кількість значимих кореляційних зв'язків збільшується відповідно до 71 і 70. За вирощування сої у беззмінних посівах кількість значимих кореляційних зв'язків складає 62 (без добрив) і 68 ($N_0P_{30}K_{40}$), за вирощування у сівозміні кількість показників збільшується до 79. Отже, мікробні угруповання кореневої зони досліджених сільськогосподарських культур є більш стабільними і міцними за вирощування у сівозміні, про що свідчить набагато більша кількість значимих кореляційних зв'язків, якої характеризуються саме ці варіанти досліду.

Таким чином, дослідження закономірностей зміни структури і фізіолого-біохімічної активності комплексу ґрунтових мікроорганізмів під різними агрофітоценозами і за їхнього чергування у сівозмінах необхідні для розроблення біотехнологічних прийомів управління ефективною родючістю ґрунтів.

ВИСНОВКИ

1. За монокультування у кореневій зоні рослин зростає чисельність і фізіолого-біохімічна активність мікроміцетів: при вирощуванні кукурудзи і сої у беззмінних посівах чисельність КУО мікроміцетів зростає порівняно із сівозміною у 2,7 і 3,1 рази відповідно, фізіолого-біохімічна активність – у 2,19 і 1,36 рази відповідно, що впливає на фітотоксичність ґрунту.

2. Вирощування кукурудзи у монокультурі призводить до активізації витрачання органічної речовини порівняно із сівозміною: без внесення мінеральних добрив на 58,7 %, за внесення мінеральних добрив – на 28,4 %, інтенсифікації процесу мінералізації сполук азоту у 2,45 і 2,59 рази відповідно. Вирощування кукурудзи у монокультурі супроводжується посиленням мінералізації гумусових сполук: у варіанті без добрив на 59,0 %, із внесенням добрив – на 38,5 %.

3. Вирощування сої у монокультурі за внесення мінеральних добрив також супроводжується інтенсифікацією освоєння органічної речовини – у 1,98 рази, мінералізації сполук азоту у 3,13 рази, посиленням мінералізації гумусових сполук у 1,63 рази.

4. Монокультивування кукурудзи протягом 6-ти років супроводжується втратою загальної органічної речовини і гумусу: на 14,5 % (без добрив) і на 10,4 % (удобрєння), монокультивування сої – на 8,45 і 2,7 % відповідно. Внесення мінеральних і органічних добрив уповільнює процес мінералізації гумусових сполук, при цьому за монокультивування сої процес йде повільніше, ніж за вирощування кукурудзи.

5. Методом будівництва плеяд кореляційних відношень показано, що мікробні угруповання кореневої зони досліджених культур більш стабільні і міцні за вирощування у сівозміні і характеризуються набагато більшою кількістю значимих кореляційних зв'язків, ніж за вирощування у беззмінних посівах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Берестецкий О. А. Влияние сельскохозяйственных культур на численность микрофлоры и биологическую активность дерново-подзолистого почвы / О. А. Берестецкий, Т. П. Зубец // Почвоведение. – 1981. – № 1. – С. 94-99.

Berestetskiy, O. A., Zubets, T. P., 1981, "The influence of crops on the number of microorganisms and biological activity of sod-podzolic soil", *Eurasian Soil Science*, no. 1, pp. 94–99.

Берестецкий О. А. Изменение микробных комплексов дерново-подзолистого почвы под влиянием длительной монокультуры яровой пшеницы / О. А. Берестецкий, Ю. М. Возняковская, Ж. П. Попова // Микробиология. – 1980. – Т. XLIX, вып. 6. – С. 990-994.

Berestetskiy, O. A., Voznyakovskaya, Yu. M., Popova, Zh. P., 1980, "Changing microbial complexes sod-podzolic soil under the influence of long-term monoculture spring wheat", *Microbiology*, XLIX, 6, pp. 990–994.

Берестецкий О. А. Биологические основы севооборотов / О. А. Берестецкий // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М. : Колос, 1985. – С. 136-141.

Berestetskiy, O. A., 1985, "Biological basis of crop rotation", *Mineral and organic nitrogen in agriculture of the USSR*, Moscow, Kolos, pp. 136–141.

Бойко Т. Ф. Микрофлора выщелоченного чернозема при бессменном выращивании культур в севообороте / Т. Ф. Бойко, Р. К. Андерсон, М. Б. Амиров // Микроорганизмы, их роль в плодородии почвы и охране окружающей среды. – М. : Изд-во ТСХА, 1985. – С. 94-98.

Boyko, T. F., Anderson, R. K., Amirov, M. B., 1985, "The microflora of leached chernozem at permanent cultivation of crops in the rotation", *Micro-organisms and their role in the fertility of the soil and the environment*, Moscow, Publishing House of the TAA, pp. 94–98.

Воробьев С. А. Накопление растительных остатков и содержание гумуса в дерново-подзолистом почве в севооборотах с разным насыщением зерновыми культурами / С. А. Воробьев, В. Г. Лошаков, Ю. Д. Иванов, С. Ф. Иванова // Известия ТСХА. – 1979. – Вып. 4. – С. 11-18.

Vorobyov, S. A., Loshakov, V. G., Ivanov, Yu. D., Ivanova, S. F., 1979, "The accumulation of plant residues and humus content in sod-podzolic soil in crop rotations with different saturation crops", *Proceedings of the TAA*, 4, pp. 11–18.

Малиновская И. М. Механизм деградации минералов *Bacillus mucilaginosus* / И. М. Малиновская, В. Ф. Патика // Агроэкологический журн. – 2006. – № 1. – С. 29-36.

Malinowska, I. M., Patika, V. F., 2006, "The mechanism of degradation of minerals *Bacillus mucilaginosus*", *Agroekologichny Journal*, no. 1, pp. 29–36.

Малиновська І. М. Агроекологічні основи мікробіологічної трансформації біогенних елементів ґрунту: автореф. доктор. дис. / І. М. Малиновська. – К., 2003. – 34 с.

Malinowska, I. M., 2003, "Agroecological bases microbiological transformation of soil nutrients", *Abstract Doctor Thesis*, Kyiv, 34 p.

Малиновська І. М. Мікробіологічні процеси в ризосфері рослин у забрудненому нафтопродуктами ґрунті / І. М. Малиновська, Н. А. Зінов'єва // Мікробіологія і біотехнологія. – 2011. – № 2. – С. 83-91.

Malinowska, I. M., Zinovieva, N. A., 2011, „Microbiological processes in the rhizosphere of plants in oil-contaminated soils”, *Microbiology and Biotechnology*, no. 2, pp. 83–91.

Малиновська І. М. Мікробіологічні процеси у кореневій зоні гороху і пшениці озимої за вирощування їх у монокультурі і чотирьохпільної сівозміни / І. М. Малиновська, Д. В. Літвінов // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2011. – Вип. 14. – С. 77-90

Malinowska, I. M., Litvinov, D. V., 2011, „Microbiological processes in the root zone of winter pea and wheat by growing them in monoculture and 4 fields rotation”, *Agricultural Microbiology*, 14, pp. 77–90.

Малиновська І. М. Спрямованість мікробіологічних процесів у темно-сірому опідзоленому ґрунті за різних технологій вирощування сої / І. М. Малиновська // Проблеми екологічної біотехнології [електронне наукове видання]. – 2012. – № 1. – Режим доступу: nau.edu.ua

Malinowska, I. M., 2012, „The focus of microbiological processes in dark gray podzolic soil under different cultivation technology of soybean”, *Problems of environmental biotechnology*, [electronic scientific publication], no. 1, Mode of access: nau.edu.ua

Почвоутомление при выращивании полевых культур. – М. : Колос, 1994. – 235 с.
“Exhaustion of the soil for growing field crops”, 1994, Moscow, Kolos, 235 p.

Сандрак Н. А. Динамика микробных ценозов почвы при монокультуре и в севообороте / Н. А. Сандрак // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – Алма-Ата, 1982. – С. 111-112.

Sandrak, N. A., 1982, “Dynamics of soil microbial cenoses in monoculture and in rotation”, *Micro-organisms as a component of ecosystem*, Alma-Ata, pp. 111–112.

Скоблина В. И. Научные основы и принципы построения севооборотов в интенсивном земледелии / В. И. Скоблина. – М. : ВИНТИСХ, 1972. – 236 с.

Skoblina, V. I., 1972, “Fundamentals and principles of crop rotation in the intensive agriculture”, Moscow, VINTISKH, 236 p.

Терентьев П. В. Метод корреляционных плеяд / П. В. Терентьев // Вестн. Ленинградского ун-та. – 1959. – № 9. – С. 137-143.

Terentev, P. V., 1959, “The method of correlation Pleiades”, *News of Leningrad University*, no. 9, pp. 137–143.

Рекомендує до друку
д-р с.-х. наук А. В. Боговін

Надійшла до редколегії 11.01.13

Н. Е. Елланська, канд. біол. наук,
Н. Я. Левчик,
О. П. Юношева

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна,
e-mail: natasha_levchik@mail.ru

МІКРОБНІ УГРУПОВАННЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ҐРУНТУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *VITEX* L.

N. E. Ellanska, Cand. Sci. (Biol.),
N. Y. Levchyk,
O. P. Yunosheva

M. M. Gryshko National Botanical Gardens, National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine, e-mail: natasha_levchik@mail.ru

RHIZOSPHERE MICROBIAL COMMUNITY OF GENUS *VITEX* L. REPRESENTATIVES

This article gives results of microbiological and mycological researches of root ground of three types of *Vitex* representatives (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) (2, 5 and 30-years old). The comparative characteristic of microbial groups was investigated in dynamic according to the *Vitex* development phases. The decreasing of nitrogen-transforming microorganisms was shown at the end of vegetation in all variants. During intensive vegetation the number of ground bacteria decreased accordingly to control. At the same time secretions of 30-years old plants contributed to the development of bacterial flora. The most intensive transformation of organic substances was at the beginning of vegetation in rhizosphere of 5-years old plants and in the end of vegetation – 30-years old plants.

The decreasing of quantity and narrowing of micromycetes trivial spectrum were found in rhizosphere of all investigated variants during budding-flowering phase. The species that belongs to *Acremonium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium* and *Trichoderma* genus formed basis of micromycetes complexes. The plants' secretions allelopathy influence on soil of older plants was more effective then 2-years old. The number of soil micromycetes increased at the end of *Vitex* plants vegetation.

The variability of cellulose-destructive microorganisms' quantity and cellulose moldering on different variants were observed depending phase of plants' development. The increasing of quantity and activity of cellulolytic microorganisms were registered in spring time. During budding-flowering phase the number of cellulose-destructive microorganisms reached its maximum level, an intensity of cellulose moldering process decreased depending on plants age and reached its minimum level in soil under 30-years plants. It testifies that older plant secretions oppress fermentative abilities of this type of microorganisms. In autumn time, during decreasing of all physiological processes in plants, their number decrease as well. In spring time cellulose moldering process occurred due to bacteria activity, in summer time – with actinomycetes domination and in autumn time – bacteria and fungi.

The low level of actinomycetes activity was found in rhizosphere of all experimental plants. The lowest level, during all periods of observation, was founded in 30-years plants rhizosphere. Ground clods were 100 % fouled by *Azotobacter chroococcum* culture on Ashby medium in all variants of experiment. Microbiological researches demonstrate that functioning of different groups of microorganisms in rhizosphere as influenced by *Vitex*, depending on phase of plant development, intensity of physiological processes, age and species. The number of different ecology-trophic and taxonomic groups of microorganisms mostly determines by plants' age, but not their species belonging. The microbiota biogenic activity of 2- and 5-years old plants are higher then 30-years old

plants. The dependence between composition of microbial community and mostly plants age, than type or development phase, has been established.

Keywords: microorganisms, micromycetes, bacteria, azotobacter, cellulolytic activity.

Н. Е. Елланська, канд. біол. наук,

Н. Я. Левчик,

О. П. Юношева

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, Україна,

e-mail: natasha_levchik@mail.ru

МІКРОБНІ УГРУПОВАННЯ ПРИКОРЕНЕВОГО ҐРУНТУ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *VITEX* L.

Представлено результати мікробіологічних та мікологічних досліджень прикореневого ґрунту представників трьох видів вітексу (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) різного віку (30-ти, 5-ти та 2-річних рослин). Виявлено залежність складу мікробних угруповань у більшій мірі від віку рослин, ніж від їх видової належності та фаз розвитку.

Ключові слова: мікроорганізми, мікроміцети, бактерії, азотобактер, целюлолітична активність.

Н. Э. Элланская, канд. биол. наук,

Н. Я. Левчик,

Е. П. Юношева

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины, г. Киев, Украина,

e-mail: natasha_levchik@mail.ru

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИКОРНЕВОЙ ПОЧВЫ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *VITEX* L.

Представлены результаты микробиологических и микологических исследований прикорневой почвы представителей трех видов витекса (*V. agnus-castus*, *V. cannabifolia*, *V. negundo*) разного возраста (30-ти, 5-ти та 2-х – летних растений). Установлена зависимость состава микробных сообществ в большей мере от возраста растений, чем от их видовой принадлежности и фаз развития.

Ключевые слова: микроорганизмы, микромицеты, бактерии, азотобактер, целлюлолитическая активность.

Традиційний рослинний світ України надзвичайно прекрасний і досить різноманітний. Але великий інтерес як науковий, так і суто практичний мають рослини з інших кліматичних зон, так звані, «нетрадиційні». До переліку таких рослин можна віднести рослини роду *Vitex* L. По всій Земній кулі відомо 250 видів, головним чином – в тропіках та субтропіках обох півкуль (Вульф, 1969).

Види роду *Vitex* мають досить вагоме значення для людства завдяки своїм, перш за все, лікарським властивостям, а також високому рівню харчових, медоносних, технічних та декоративних якостей. Тому питання інтродукції, акліматизації та впровадження у виробництво цінних видів *Vitex* є актуальним на сьогоднішній момент, детально вивчається і впроваджується в межах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка.

Знання взаємовідносин рослин з іншими організмами в природних фітоценозах і в штучних умовах інтродукції має виключно велике теоретичне і практичне значення. Рослини нерозривно зв'язані з усіма ланками єдиної і цілісної системи біоценозу і, в першу чергу, з мікроорганізмами. Останні виконують провідну роль у

кругообігу речовин у біогеоценозах завдяки своїй високій фізіологічній активності та різноманітності біохімічних функцій (Бельгард, 1971; Патыка, 2002; Van der Heiden Marcel, 2008; Симочко, 2010). Мікробні угруповання – це живі системи, на які впливають зовнішні фактори, що призводить до адекватних змін в угрупованнях – як якісних так і кількісних. (Кордюм, 2008). Рослина, в свою чергу, створює відповідні умови для існування мікроорганізмів, які утворюють разом з нею міцні асоціації у середині тканини кореня, на його поверхні, а також у ґрунті, що безпосередньо оточує корінь.

Вивчення процесів взаємодії між кореневою системою нових для флори України рослин видів роду *Vitex*, ґрунтом, його мікробіотою, макро- та мікроелементами та урахування особливостей цих процесів в майбутньому для успішної інтродукції та культивування цих рослин в умовах Правобережного Лісостепу України і було метою наших досліджень і проводилось вперше.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В умовах Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАНУ на дослідних ділянках відділу нових культур протягом вегетаційного періоду за фазами розвитку (І – фаза відростання, ІІ – бутонізація-цвітіння, ІІІ – кінець вегетації) у ґрунті під видами вітексу: *V. agnus-castus* L., *V. cannabifolia* L., *V. negundo* L. різного віку (30-ти, 5-ти та 2-річних рослин) вивчали динаміку мікроорганізмів основних таксономічних та еколого-трофічних груп. Контролем слугував ґрунт, який не зазнавав алелопатичного впливу цих рослин.

Вилучення мікроорганізмів із свіжо відібраних зразків ґрунту здійснювали методом посіву ґрунтових суспензій у відповідних розведеннях на селективні агаризовані живильні середовища за загальноприйнятими у ґрунтовій мікробіології методиками (Теппер, 2005).

Підраховували кількість: бактерій, які споживають переважно мінеральні (крохмаль-аміачний агар (КАА)) та органічні (м'ясо-пептонний агар (МПА)) сполуки азоту; мікроміцетів (середовище Чапека); актиноміцетів (КАА); целюлозоруйнівних мікроорганізмів (середовище Гетчинсона) та мікроорганізму *Azotobacter chroococcum* (% обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі) (Рубенчик, 1960). Співвідношення окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів (коефіцієнт мінералізації – імобілізації) розраховували за К. І. Андреюк та співавторами (Андреюк, 2001), показник трансформації органічної речовини визначали за В. Д. Мухой (Муха, 1980). Целюлолітичну активність визначали за методом О. І. Пушкінської (Звягинцев, 1984). Загальна кількість колоній, яку підраховували при посівах ґрунтових суспензій, була зумовлена кількістю колонієутворюючих одиниць (КУО).

Статистичну обробку даних проведено за допомогою пакета програм Microsoft Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Порівняльна характеристика мікробних угруповань в динаміці за фазами розвитку рослин вітексу показала, що кількість мікроорганізмів, які беруть участь у трансформації азоту зменшилась наприкінці вегетації в усіх варіантах (табл. 1). Виключення складали 5-річні рослини як *V. agnus-castus* так і *V. cannabifolia*. На початку вегетації чисельність бактерій, які засвоюють органічний азот, була максимальною саме у прикореневому ґрунті цих рослин. Трохи менша їх кількість відмічена у ґрунті 30-річних рослин, причому показники були однакові і у *V. agnus-castus*, і у *V. cannabifolia* – 9,2 млн КУО. Найменші значення спостерігались у 2-річних рослин (за виключенням *V. negundo*). У ґрунті під молодими рослинами в період інтенсивної вегетації чисельність бактерій зменшувалась відповідно до контролю, тоді як виділення 30-річних рослин сприяли розвитку бактеріальної флори.

Відомо, що мікробіологічний стан ґрунту характеризує його потенціальну активність. Основною функцією мікроорганізмів у ґрунті є мінералізація органічної речовини. Оцінити напруженість мінералізаційних процесів можна за допомогою коефіцієнту мінералізації. Цей показник дещо відрізнявся від контролю в усіх варіантах дослідів, але максимальним був у ґрунті 2-річних рослин *V. agnus-castus* у всі строки спостережень (3,9, 3,2 та 1,9 відповідно) (табл. 1). А, як відомо, переважання мобілізаційних процесів у ґрунті над іммобілізаційними не завжди є позитивним, тому що може призвести до значних втрат гумусу, нагромадження токсинів у ґрунті та зниження його родючості (Боговін, 2009). Трансформація органічної речовини найбільш інтенсивно проходила на початку вегетації у прикореневому ґрунті 5-річних рослин (показники у 2 рази вище за контрольні), а наприкінці вегетації – у 30-річних рослин (табл. 1).

Таблиця 1

Чисельність мікроорганізмів, що засвоюють різні форми азоту у прикореневому ґрунті різних видів *Vitex* L.

Варіанти дослідів	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн КУО в 1 г сухого ґрунту						Показники					
	органічний			мінеральний			мінералізації			трансформації органічної речовини		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
контроль	8,6±0,6	4,0±0,3	3,0±0,8	14,7±4,8	4,7±0,5	3,4±0,2	1,7	1,2	1,1	13,3	7,3	5,8
<i>V. agnus-castus</i> (30 років)	9,2±1,9	8,9±3,7	4,3±0,8	7,0±0,3	12,3±0,6	2,5±0,3	0,9	1,4	0,6	17,9	15,1	11,3
<i>V. agnus-castus</i> (5 років)	13,1±2,9	2,0±0,1	5,1±1,1	13,8±5,0	4,2±0,1	4,0±0,1	1,1	2,1	0,8	24,5	3,0	11,4
<i>V. agnus-castus</i> (2 роки)	4,0±0,7	1,9±0,2	2,8±1,2	15,6±2,8	6,0±0,3	5,3±0,3	3,9	3,2	1,9	5,0	3,5	4,3
<i>V. cannabifolia</i> (30 років)	9,2±1,4	7,7±2,4	4,5±0,3	12,8±1,7	3,1±0,3	3,3±0,4	1,4	0,4	0,7	15,7	27,0	11,1
<i>V. cannabifolia</i> (5 років)	13,4±0,2	2,2±0,5	3,3±0,6	12,7±2,5	3,2±0,1	3,8±1,0	1,0	1,5	1,2	26,1	3,6	5,9
<i>V. cannabifolia</i> (2 роки)	7,3±1,4	3,0±0,3	3,1±0,3	9,1±0,3	4,5±1,3	2,9±0,1	1,2	1,5	0,9	13,7	5,0	6,7
<i>V. negundo</i> (30 років)	6,6±0,1	4,8±0,1	2,0±0,1	12,3±3,3	3,5±0,1	2,8±0,2	1,9	0,7	1,4	10,1	11,9	3,4
<i>V. negundo</i> (2 роки)	8,1±0,4	3,2±0,3	3,7±0,5	8,3±0,3	6,3±0,1	3,7±0,3	1,0	1,9	0,6	16,4	5,0	7,3

Примітка: строки відбору зразків – I – фаза відростання, II – бутонізація-цвітіння, III – кінець вегетації.

Біологічні властивості ґрунтів значною мірою залежать від біорізноманіття ґрунтових мікроміцетів. Як відомо, ґрунтові мікроміцети займають важливе місце серед мікродеструкторів органічної речовини рослинного походження і є важливим компонентом, і досить чутливим інтегральним показником стану біоти наземних екосистем (Жданова, 1982; Моого, 2001; Тугай, 2012).

Наші дослідження показали, що у період бутонізації-цвітіння у прикореневому ґрунті всіх дослідних варіантів знижувалася чисельність і звужувався видовий спектр цієї групи мікроорганізмів у порівнянні з контролем (рис. 1). Основу мікроміцетних комплексів формували види, які належать до рр. *Acremonium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Найбільший вплив справляли виділення рослин старших за віком, вірогідно, за рахунок ефіроолійних виділень. Прикореневий ґрунт дворічних рослин не зазнав такої алелопатичної дії. У кінці вегетації рослин вітексу кількість

грунтових мікроміцетів зростала, що закономірно пов'язано з провідним положенням деструкторів рослинних полімерів. Поряд із ростом чисельності цей період відрізнявся від попередніх і більшим видовим різноманіттям. Хоча розширення видового спектру відбулося за рахунок видів роду *Fusarium* та темнозabarвлених видів, що на думку ряду авторів (Жданова, 1982) свідчить про напруженість мікробного ценозу ґрунту. Контроль у цьому випадку виявився найбільш показовим.

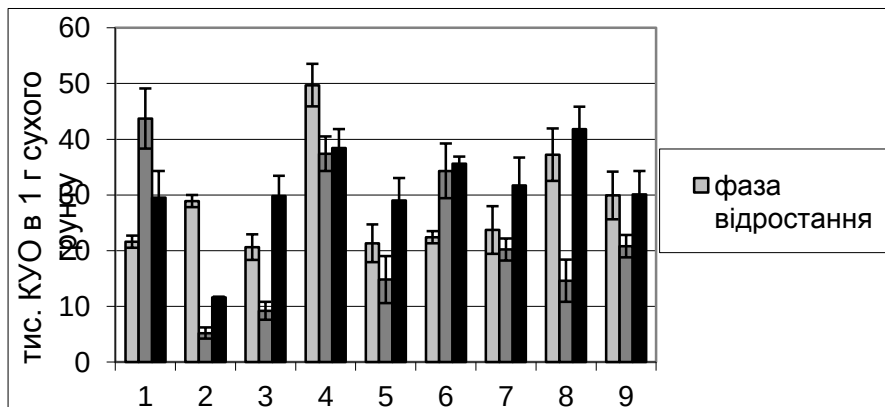


Рис. 1. Чисельність мікроміцетів у прикореновому ґрунті різних видів *Vitex L.*:
1 – контроль; 2 – *V. agnus-castus* (30 років); 3 – *V. agnus-castus* (5 років);
4 – *V. agnus-castus* (2 роки); 5 – *V. cannabifolia* (30 років); 6 – *V. cannabifolia* (5 років);
7 – *V. cannabifolia* (2 роки); 8 – *V. negundo* (30 років); 9 – *V. negundo* (2 роки)

Важливим показником біологічної активності ґрунту є інтенсивність розкладу клітковини мікроорганізмами. Інтенсивність мінералізації клітковини залежить від чисельності і активності целюлозолітичних мікроорганізмів. Оскільки розкладання клітковини визначається наявністю в ґрунті також доступного азоту, фосфору та інших елементів живлення, то ступінь її розкладу, на думку Е. М. Мішустіна (Мишустин, 1975) відображає загальну картину мікробіологічних процесів.

Залежно від фази розвитку рослин спостерігалась варіабельність показників розкладу клітковини за варіантами (табл. 2). Навесні, з ростом та розвитком рослин активізуються і їх видільні функції, що призводить до зростання чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів та їх активності, коли показники розкладу клітковини становили від 18 до 63 %. В період активної вегетації – фазу бутонізації-цвітіння – чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів була максимальною. В той же час, інтенсивність розкладання клітковини зменшувалась залежно від віку рослин, і у 30-річних особин досягла мінімальних показників. Це свідчить про те, що виділення старших за віком рослин пригнічують ферментативну здатність цієї групи мікроорганізмів. В осінній період, при зменшенні активності усіх фізіологічних процесів у рослин, знижувалась чисельність целюлозолітичних мікроорганізмів і, відповідно, їх активність. Інтенсивність розкладу клітковини у прикореновому ґрунті виду *V. cannabifolia* відрізнялась оберненою залежністю від чисельності целюлозолітичних мікроорганізмів.

Відмічено і різницю за видовим складом останніх. Так, навесні розклад клітковини відбувався, в основному, за рахунок бактерій. У літній період домінували актиноміцети (особливо в ризосфері *V. negundo*), а восени їх місце посіли бактерії та гриби.

Підсилення целюлозоруйнівної дії мікроорганізмів є головною причиною нестачі азоту в ґрунті, яка особливо помітна у ризосфері дворічних рослин *V. cannabifolia* та *V. negundo* у всі фази онтогенезу. В даному випадку, вірогідно,

відбувається зв'язування мінеральних форм азоту і вони на деякий час є недоступними для рослин.

Особлива роль в трансформації органічної речовини в ґрунті належить актиноміцетам. Вони є активними мінералізаторами і можуть деструктувати важкорозчинні органічні речовини на більш пізніх строках їх мінералізації, які недоступні грибам і целюлозоруйнучим мікроорганізмам.

Таблиця 2

Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів та інтенсивність розкладання клітковини в прикореневому ґрунті різних видів *Vitex* L.

Варіанти досліджу	Чисельність целюлозоруйнівних мікроорганізмів, тис. КУО в 1 г сухого ґрунту			Інтенсивність розкладання клітковини, %		
	I	II	III	I	II	III
контроль	75,4±12,9	158,1±29,1	71,5±6,8	40	30	35
<i>V. agnus-castus</i> (30 років)	84,4±5,6	113,9±17,2	98,3±6,4	63	5	18
<i>V. agnus-castus</i> (5 років)	55,7±2,9	93,9±3,8	82,7±0,6	43	8	25
<i>V. agnus-castus</i> (2 роки)	45,3±5,5	139,0±2,3	63,9±2,8	18	38	18
<i>V. cannabifolia</i> (30 років)	71,4±9,0	173,8±27,7	39,2±0,6	28	8	10
<i>V. cannabifolia</i> (5 років)	58,6±8,9	130,8±10,9	76,3±2,8	25	30	25
<i>V. cannabifolia</i> (2 роки)	44,6±2,4	131,6±0,5	79,0±1,1	55	10	20
<i>V. negundo</i> (30 років)	61,4±2,4	98,9±11,9	85,3±1,7	60	7	15
<i>V. negundo</i> (2 роки)	42,3±3,7	115,3±13,3	87,5±6,8	18	48	25

Примітка: строки відбору зразків – I – фаза відростання, II – бутонізація-цвітіння, III – кінець вегетації.

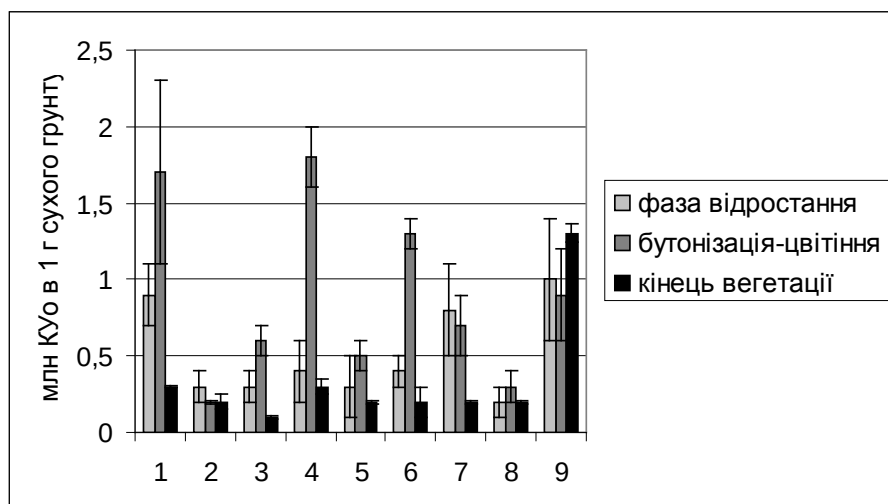
Наші дослідження виявили досить низьку чисельність актиноміцетів як у контрольному ґрунті так і у прикореневому всіх видів вітексу (від 0,2 до 1,8 млн КУО) (рис. 2). Найменша їх кількість була у ризосфері 30-річних рослин у всі строки спостережень. Ризосфера 5-річних і 2-річних рослин відрізнялась більшою їх чисельністю, особливо у період бутонізації-цвітіння.

Біологічний потенціал ґрунту в значній мірі характеризується також наявністю мікроорганізмів роду *Azotobacter*, що відносяться до групи вільноживучих азотфіксаторів. Багато авторів зазначають (Андреюк, 2001; Патика, 2003), що сприятлива дія цього мікроорганізму на рослини зумовлена двома факторами: здатністю засвоювати молекулярний азот та синтезувати різні біологічно активні речовини (фітогормони, антибіотики, вітаміни групи В, амінокислоти).

За нашими даними, для всіх варіантів досліджу характерним було 100%-не обростання грудочок ґрунту на середовищі Ешбі цими мікроорганізмами. Прикореневий ґрунт *V. agnus-castus* 30-ти та 5-річних рослин відрізнявся повільним наростанням пігментації у *Azotobacter chroococcum* (рис. 3). Слід звернути увагу на інтенсивний розвиток цього мікроорганізму у ризосфері дворічних рослин усіх видів вітексу.

Як відомо, ріст цих бактерій у великій мірі залежить від елементів мінерального живлення, особливо від фосфору та кальцію, тому азотобактер слугує біологічним

індикатором наявності цих елементів у ґрунті. Ґрунт ділянки, де зростають дворічні рослини усіх видів роду *Vitex*, не відрізнявся надмірною кількістю фосфору та кальцію, як у інших варіантах, що, вірогідно, і обумовило такі позитивні результати розвитку культури азотобактера.



Примітка: позначення як на рис. 1.

Рис. 2. Чисельність актиноміцетів у прикореновому ґрунті різних видів *Vitex* L.

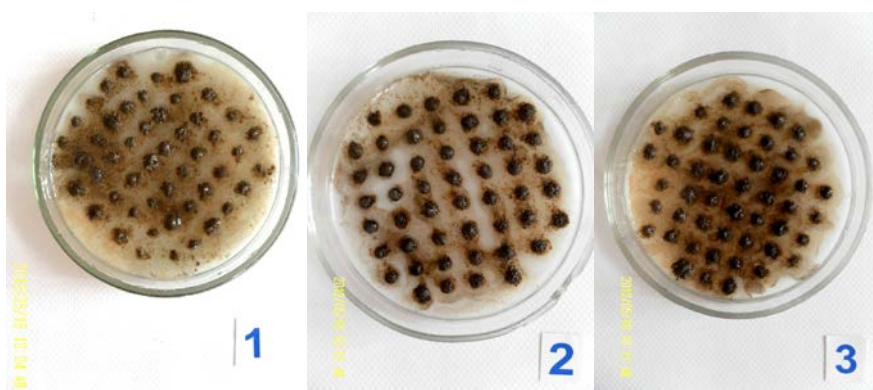


Рис. 3. Розвиток *Azotobacter chroococcum* на середовищі Ешбі у пробах прикоренового ґрунту рослин різного віку виду *V. agnus-castus*:
1 – 30-ти; 2 – 5-ти; 3 – 2-річна

Отже, характеризуючи стан ґрунту під дослідною культурою, важливо знати не тільки показники чисельності різних груп мікроорганізмів, але і аналіз стану окремих їх видів.

ВИСНОВКИ

Мікробіологічні та мікологічні дослідження показали, що в ґрунті під впливом вітексу функціонують різні групи мікроорганізмів, чисельність яких варіює в залежності від фази розвитку рослин, інтенсивності фізіологічних процесів, які відбуваються в них, віку та виду. Чисельність різних еколого-трофічних та таксономічних груп мікроорганізмів визначалася у більшій мірі віком рослин, а не їх видовою приналежністю. Біогенність мікробіоти дво- та п'ятирічних рослин виявилась вищою, ніж 30-ти річних.

Великий вплив на вміст мікроорганізмів у ґрунті мають їхні леткі виділення, в тому числі і ефірні олії, які регулюють не тільки кількісний, але й якісний склад мікробіоценозу: знижується чисельність актиноміцетів, целюлозоруйнівних мікроорганізмів, мікроміцетів, зужується видовий спектр останніх. Переважає бактеріальна спрямованість мікробіологічних процесів. Таким чином біологічно активні речовини, які виділяються рослиною у ризосферну зону, фактично виступають як медіатори та модулятори усіх типів мікробно-рослинних взаємодій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Андреюк К. І.** Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андреюк, Г. О. Іутинська, А. Ф. Антипчук та ін. – К. : Наук. думка, 2001. 240 с.
- Andreiuk, K. I., Iutynska, G. O., Antypchuk, A. F., 2001, "Ground microbial cenosis functioning in the conditions of anthropogenic burden", Kyiv, Scientific thought, 240 p.
- Бельгард А. Л.** Степное лесоведение. – М. : Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
- Bel'gard, A. L., 1971, "Steppe dendrology", Moscow, Forrest industry, 336 p.
- Боговін А. В.** Біогеоценотична роль взаємовідносин живих організмів у становленні й функціонуванні екологічних систем // Екологія та ноосферологія. – 2009. – Т. 20, № 1-2. – С. 102-114.
- Bogovin, A. V., 2009, "Biogeocoenotic role of live organisms interrelations in standing and functioning of the ecological systems", *Ecology and noospherology*, 20, no. 1-2, pp. 102-114.
- Вульф Е. В.** Мировые ресурсы полезных растений / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева // Пищевые, кормовые, технические, лекарственные и др. Справочник. – Л. : Наука, 1969. – 566 с.
- Vul'f, E. V., Maleeva, O. F., 1969, "The world resources of useful plants", *Alimentary, fodder, technical, officinal etc.*, Leningrad, Science, 566 p.
- Жданова Н. Н.** Экстремальная экология грибов в природе и эксперименте / Н. Н. Жданова, А. И. Василевская. – К. : Наук. думка, 1982. – 168 с.
- Zhdanova, N. N., Vasilevskaia, A. I., 1982, "Fungus extreme ecology in nature and experiment", Kyiv, Scientific thought, 168 p.
- Звягинцев Д. Г.** Новые подходы к изучению сукцессий микроорганизмов в почве / Д. Г. Звягинцев, Г. А. Кочкина, П. А. Кожевин // Почвенные организмы как компонент биогеоценоза. – М. : Наука, 1984. – С. 81-103.
- Zviagintsev, D. G., Kochkina, G. A., Kozhevin, P. A., 1984, "New approaches to the research of microorganisms succession in ground", *Ground organisms as biogeocenosis component*, Moscow, Science, pp. 81-103.
- Кордюм В. А.** Микроорганизмы ризосферы – полный мониторинг / В. А. Кордюм, Е. В. Мошинец, М. В. Царенко и др. // Грунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 1-2. – С. 53.
- Kordium, V. A., Moshinets, E. V., Tsarenko, M. V., 2008, "Rhizosphere's microorganisms – full monitoring", *Gruntoznavstvo*, 9, no. 1-2, p. 53.
- Мишустин Е. Н.** Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1975. – 105 с.
- Mishustin, E. N., 1975, "Associations of the ground microorganisms", Moscow, Science, 105 p.
- Муха В. Д.** О показателях, отражающих интенсивность и направленность почвенных процессов / В. Д. Муха // Сб. тр. Харьков.с.-х. ин-та. – Х., 1980. – Т. 273. – С. 13-16.
- Mukha, V. D., 1980, "About characteristics, reflecting intensity and directivity of ground processes", *Edited volume of Kharkov agriculture institute*, Kharkov, 273, pp. 13-16.
- Патика В. П.** Біологічний азот. Монографія / В. П. Патика, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.; за ред. В. П. Патики. – К. : Світ, 2003. – 424 с.
- Patyka, V. P., Kots', S. Y., Volkogon, V. V., 2003, "Biological nitrogen", Kyiv, World, 424 p.
- Патыка В. Ф.** Роль микроорганизмов в формировании устойчивых агроэкосистем / В. Ф. Патыка // Материалы межд. конферен. «Микробиология и биотехнология 21 столетия». – Минск, 2002. – С. 257-259.
- Patyka, V. F., 2002, "Microorganisms role in formation of stable agro-ecosystems", *Materials of the international conference «Microbiology and biotechnology of the 21-st century»*, Minsk, pp. 257-259.

Симочко Л. Ю. Спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунті агробіоценозів при застосуванні різних агрозаходів / Л. Ю. Симочко, В. В. Симочко, І. Й. Бігарій // Наук. вісник Ужгородського ун-ту. Серія Біологія. – Ужгород, 2010. – № 28. – 162 с.

Symochko, L. Y., Symochko, V. V., Biharii, I. I., 2010, "Directivity of microbiological processes in agrobiocoenosis ground during different agro-activities", *Scientific newsletter of the Uzhhorod university. Biology series*, Uzhhorod, no. 28, 162 p.

Рубенчик Л. И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве / Л. И. Рубенчик. – К. : Изд-во АН УССР, 1960. – 328 с.

Rubenchik, L. I., 1960, "Azotobacter and its application in agriculture", Kyiv, USSR Academy of Science publishers, 328 p.

Теппер Е. З. Практикум по микробиологии / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М. : Дрофа, 2005. – 256 с.

Tepper, E. Z., Shilnikova, V. K., Pereverzeva, G. I., 2005, "Microbiology practicum", Moscow, Drofa, 256 p.

Тугай А. В. Адаптация микроскопических грибов к хроническому облучению низкой интенсивности / А. В. Тугай, Т. И. Тугай // 3 съезд микологов России «Современная микология в России». Тезисы докладов. – М., 2012. – С. 176-177.

Tugai, A. V., Tugai, T. I., 2012, "Microfungus adaptation to the low intensity chronic exposition", *3-ed congress of Russian mycologists „Modern mycology in Russia”*. Abstract, Moscow, pp. 176–177.

Moore, D., 2001, "Metabolism and biochemistry of hyphal systems", *Fungal morphogenesis*, no. 4, pp. 26–134.

Van der Heiden Marcel, G. A., Bargett Richard, D., van Straalen Nico, M., 2008, "The unseen majority. Soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems", *Ecol. Lett.*, 11, no. 3, pp. 296–310.

Рекомендує до друку
д-р біол. наук Н. В. Заїменко

Надійшла до редколегії 17.01.13

FOREST SOIL SCIENCE

УДК: 502.211:(477.64)

Є. І. Мальцев

Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
м. Мелітополь, Україна, e-mail: mz_5@ukr.net

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЬГОУГРУПОВАНЬ ЛІСОВИХ ПІДСТИЛОК ЗАПЛАВНИХ ДІБРОВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Eu. I. Maltsev

Bogdan Chmelnitskiy Melitopol State Pedagogical University, Melitopol, Ukraine,
e-mail: mz_5@ukr.net

ECOLOGICAL FEATURES OF ALGAE COMMUNITIES IN FOREST FLOOR OF FLOODPLAIN OAK WOODS IN STEPPE AREA OF UKRAINE

To better learn the structure of the forest it needs to be understood as biogeocoenosis. This is especially important in the steppe zone, where forests exist in terms of environmental non-compliance. Lack of moisture, dry air, high summer temperatures affect the makeup of the living above-ground cover. One of the stabilizing factors is the forest floor, which formed by plant debris and leaves.

In considering forest floor should not be forgotten that it apart from the processes destruction of plant residues, it is the place of functional activity of photosynthetic microalgae, some of which are able to fix molecular nitrogen, enriching forest floor by physiologically active substances: vitamins, enzymes and hormones. So aim of the research was to determine the environmental features of algae communities in forest floor of natural and artificial floodplain oak forests in steppe zone of Ukraine.

In forest floor of Samara (Dnipropetrovsk region) floodplain oak forests had 24 species of algae with 5 divisions: *Chlorophyta* – 12 (50 %), *Xanthophyta* – 5 (21 %), *Cyanophyta* – 3 (13 %), *Bacillariophyta* – 2 (8 %) and *Eustigmatophyta* – 2 (8 %). The most common were *Pleurochloridaceae*, *Stichococcaceae*, *Bracteacoccaceae* and *Myrmeciaceae*. In forest floor of Staro-Berdyansk (Zaporizhia region) floodplain oak forests had 18 species of algae with 4 divisions: *Chlorophyta* – 10 (56 %), *Cyanophyta* – 4 (22 %), *Bacillariophyta* – 2 (11 %), *Xanthophyta* – 2 (11 %). The most common were *Pseudanabaenaceae*, *Chlorellaceae*, *Myrmeciaceae* and *Stichococcaceae*.

In total forest floor of Samara (Dnipropetrovsk region) and Staro-Berdyansk (Zaporizhia region) floodplain oak forests had 33 species of algae with 5 divisions: *Chlorophyta* – 17 (52 %), *Cyanophyta* – 6 (18 %), *Xanthophyta* – 6 (18 %), *Bacillariophyta* – 2 (6 %) and *Eustigmatophyta* – 2 (6 %). We have allocated eight leading families. The most common were *Myrmeciaceae*, *Stichococcaceae* and *Pleurochloridaceae*. The list of leading by the number of species of the genus includes *Stichococcus* (4 species), *Phormidium* and *Chlorella* (2 species). From environmental point of view algae communities of oaks forest floor formed by edaphophilic species. Seasonal dynamics of algae indicates a decrease in the number of species in the summer and increase in spring.

Dominants of algae communities: *Mychonastes homosphaera* (Skuj) Kalina et Punčochářová, *Klebsormidium flaccidum* (Kütz) Silva et al., *Trichromus variabilis* (Kütz) ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis, *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont, *Nephrodiella*

phaseolus Pascher, *Gloeobotrys sphagnophilus* Ettl, *Pseudococcomyxa simplex* (Mainx) Fott, *Chlorosarcina rivularis* Pankow et Möller, *Chlorella vulgaris* Beijerinck.

Key words: forest floor, algae, algae communities, floodplain oak forest.

Є. І. Мальцев

*Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького,
м. Мелітополь, Україна, e-mail: mz_5@ukr.net*

ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АЛЬГОУГРУПОВАНЬ ЛІСОВИХ ПІДСТИЛОК ЗАПЛАВНИХ ДІБРОВ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

У статті представлені результати дослідження екологічних особливостей альгоугруповань лісових підстилок заплавних дубових насаджень природних і штучних лісів степової зони України: Самарського (Дніпропетровська обл.) і Старо-Бердянського (Запорізька обл.). Вставлено видовий склад, перелік домінантів і субдомінантів, спектр життєвих форм і сезонні зміни у альгофлорі різних горизонтів лісової підстилки. Надаються показники потужності і вмісту сухої органічної речовини дослідженого рослинного опаду.

Ключові слова: лісова підстилка, водорості, альгоугруповання, заплавна діброва.

Е. И. Мальцев

*Мелитопольский государственный педагогический университет
им. Б. Хмельницкого, г. Мелитополь, Украина, e-mail: mz_5@ukr.net*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛЬГОСООБЩЕСТВ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК ПОЙМЕННЫХ ДУБРАВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

В статье представлены результаты исследования экологических особенностей альгосообществ лесных подстилок пойменных дубовых насаждений природных и искусственных лесов степной зоны Украины: Самарского (Днепропетровская обл.) и Старо-Бердянского (Запорожская обл.). Установлен видовой состав, перечень доминантов и субдоминантов, спектр жизненных форм и сезонные изменения в альгофлоре различных горизонтов лесной подстилки. Представлены показатели мощности и содержания сухого органического вещества исследованного растительного опада.

Ключевые слова: лесная подстилка, водоросли, альгосообщества, пойменная дубрава.

Розуміння лісу з біогеоценотичної позиції дозволяє глибше вивчити його структуру і особливості функціонування окремих компонентів. Особливо гостро це питання стоїть у степовій зоні, де лісові біогеоценози існують за умов екологічної невідповідності (Бельгард, 1971). Нестача вологи, нерівномірність кількості опадів протягом року, сухість повітря, високі літні температури та ін. позначається на стійкості лісового масиву, складі живого надґрунтового покриття (Травлєєв, 1965). Одним з чинників, який обмежує вторгнення степантів під полог лісу, трансформує мікрокліматичні умови є біогеогоризонт, сформований мертвими залишками рослин, листям тощо. Склад, товщина і запас лісової підстилки знаходиться у прямій залежності від лісоутворюючих порід насадження. Найбільш стійка лісова підстилка з позитивними термоізоляційними і гідрологічними якостями формується в насадженнях дубу звичайного. Однак, зростання відсотка супутніх порід значно знижує ці властивості (Травлєєв, 1960а, 1960б, 1961, 1965).

Розглядаючи лісову підстилку, як один з найбільш динамічних горизонтів лісового біогеоценозу, слід враховувати, що окрім процесів деструкції рослинних залишків, в її товщі відбувається функціональна діяльність фотосинтезуючих мікроскопічних водоростей, в тому числі видів, здатних до засвоєння молекулярного азоту, що у цілому активізує мікробіологічну діяльність, сприяє збагаченню підстилки фізіологічно активними речовинами: вітамінами, ферментами і гормонами (Некрасова, 1982). Тому метою дослідження було встановлення екологічних особливостей альгоугруповань лісових підстилок заплавних дібров природних і штучних лісів степової зони України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Лісова підстилка збиралась квадратним шаблоном 20x20 см із двадцятикратним повтором. Зразки відбирали за горизонтами: L (A_0^1), що містив свіже, ще не розкладене листя, кору і плоди, F (A_0^2) – опад, що вже зазнав руйнації, але окремі компоненти зберегли первинну структуру і Н (A_0^3) – детрит, який складався з однорідної органічної маси. Також відзначали потужність підстилки загалом і кожного горизонту окремо. Дослідження проводили навесні, літом і восени. Відібрану підстилку доводили до абсолютно сухого стану, зважували для встановлення запасу сухої органічної речовини (Вишенська, 2010).

Видовий склад водоростей визначали на основі культур із скельцями обростання і агарових культур. Домінанти і субдомінанти угруповань встановлювали за шкалою багатства запропонованою Г. Г. Кузяхметовим і І. Є. Дубовик (Кузяхметов, 2001). Життєві форми визначали за рекомендаціями Е. А. Штини і М. М. Голлербах (Голлербах, 1969). Для аналізу систематичної структури використовували систему І. Ю. Костікова із співавторами (Водорості, 2001).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження альгофлори лісової підстилки природного насадження проводили у свіжуватій берестово-ясеневій діброві, розташованій в центральній частині заплави р. Самари (Дніпропетровська обл.). Підлісок складався із клену польового і клену татарського. У трав'яному покриві, покриття якого не перевищувало 30–40 %, переважали в різні сезони: глуха кропива стеблообгортна (*Lamium amplexicaule* L.), чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.), кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), вероніка плющоліста (*Veronica hederifolia* L.), ряска Фішера (*Ornithogalum fischerianum* Krasch.) та ін. Впродовж усіх досліджуваних сезонів підстилка складалась з двох горизонтів: L (A_0^1) і F(A_0^2). Потужність верхнього горизонту навесні і влітку залишалась на рівні 1,5 см, а восени знизилась до 0,5 см, нижнього – коливалась від 3,5 см навесні і до 6 см восени. Відповідно досить різнилились показники запасу сухої органічної речовини підстилки: від 0,965 кг/м² навесні до 3,126 кг/м² восени (включаючи обидва горизонти).

Навесні у верхньому горизонті дубової підстилки відмічено 7 видів водоростей з 3 відділів: *Chlorophyta* – 5 (72 %), *Cyanophyta* – 1 (14 %) і *Eustigmatophyta* – 1 (14 %). До домінантів відносились *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Punčochářová, *Klebsormidium flaccidum* (Kützing) Silva et al. і *Trichromus variabilis* (Kützing ex Bornet et Flahault) Komárek et Anagnostidis, а до субдомінантів — *Chlorosarcina rivularis* Pankow et Möller і *Fottea stichococcoides* Hindák. Для *Fottea stichococcoides* це перша знахідка у лісах степової зони, раніше вид був відмічений у ґрунті Гірського Криму, на гранітних виступах на території ландшафтного парку «Гранітно-степове Побужжя» (Миколаївська обл.) і на корі дерев у Канівському заповіднику (Лісостеп) (Михайлюк, 2005). Екологічний аналіз альгоугруповання горизонту L (A_0^1) показав переважання видів з життєвої форми Ch: $Ch_4CF_1H_1X_1$ (7).

Нижній горизонт досліджуваної лісової підстилки характеризувався високим видовим різноманіттям водоростей – 19 видів з 5 відділів: *Chlorophyta* – 11 (58 %), *Xanthophyta* – 3 (15 %), *Cyanophyta* – 2 (11 %), *Bacillariophyta* – 2 (11 %) і *Eustigmatophyta* – 1 (5 %). Як провідні родини позначили *Bracteacoccaceae*, *Myrmeciaceae* і *Stichococcaceae*. Домінантами альгоугруповання були: *Klebsormidium flaccidum*, *Mychonastes homosphaera* і *Phormidium autumnale* (Agardh) Gomont, а субдомінантом — *Ellipsoidion oocystoides* Pascher. Аналіз екологічного стану угруповання горизонту F(A0²) дубової підстилки навесні свідчить про переважання в ньому едафіфілів, які складають 18 видів, також відмічений 1 гідрофільний вид: Ch₈X₅H₂P₂B₁hydr₁ (19). Найбільше видів водоростей належали до двох життєвих форм: Ch і X, що свідчить про переважання поряд з убівістами тіньовитривалих, проте нестійких проти посухи та екстремальних температур видів.

Літні зразки підстилки характеризувались поодинокими представниками зелених водоростей – *Mychonastes homosphaera* і *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová, які відносяться до найбільш посухостійких видів. Восени у верхньому горизонті був відмічений лише *Bracteacoccus minor*. В нижньому горизонті підстилки виявлено 10 видів водоростей з 4 відділів: *Xanthophyta* – 4 (40 %), *Chlorophyta* – 4 (40 %), *Bacillariophyta* – 1 (10 %) і *Eustigmatophyta* – 1 (10 %). Провідними родинами були *Pleurochloridaceae* і *Stichococcaceae*. Комплекс домінантів і субдомінантів формували *Nephrodiella phaseolus* Pascher з *Gloeobotrys sphagnophilus* Ettl і *Stichococcus minor* Nägeli відповідно. Спектр життєвих форм мав вигляд – X₅hydr₂Ch₁B₁C₁ (10), де більшість формують вологолюбні і тіньовитривалі види водоростей.

Загалом у підстилці свіжуватої берестово-ясеневої діброви відмічено 24 види водоростей з 5 відділів: *Chlorophyta* – 12 (50 %), *Xanthophyta* – 5 (21 %), *Cyanophyta* – 3 (13 %), *Bacillariophyta* – 2 (8 %) і *Eustigmatophyta* – 2 (8 %). Систематичну структуру альгофлори визначають представники 18 родин, серед яких значну роль відіграють: *Pleurochloridaceae*, *Stichococcaceae*, *Bracteacoccaceae* і *Myrmeciaceae*. Спектр життєвих форм, якщо розташувати їх в порядку зменшення кількості видів, має формулу: Ch₈X₆hydr₃H₂P₂C₁CF₁B₁ (24), при цьому домінують як види стійкі до екстремальних умов існування, так і посухонестійкі і вибагливі до вологи.

Наші дослідження вказують на досить велике різноманіття зелених і жовтозелених водоростей, у порівнянні з іншими відділами, у підстилці короткозапальної діброви Самарського лісу. Найбільша кількість видів відмічена навесні, із домінуванням в цей сезон посухостійких одноклітинних зелених і нитчастих синьозелених водоростей. У підстилці відмічено ряд представників, які раніше зустрічались у ґрунті даного і прилеглих насаджень, зокрема *Myrmecia bisecta* Reising, *Stichococcus minor*, *Klebsormidium flaccidum* і *Leptolyngbya foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek (Черевко, 2004; Мальцева, 2009).

Екологічні особливості альгоугруповання дубової підстилки штучного насадження досліджували у заплаві р. Молочної (Старо-Бердянський ліс). У другому ярусі зустрічались ясен звичайний і липа серцелиста. У трав'яному покриві слід відмітити підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), ториліс японський (*Torilis japonica* (Houtt.) DC.) і цибулю круглу (*Allium rotundum* L.). Впродовж досліджуваних сезонів структура дубового опаду дещо змінювалась: так навесні і восени підстилка складалась з двох горизонтів — L (A0¹) і F(A0²), а літом чітко виділявся лише один горизонт із свіжого листя і минулорічних плодів, що є досить поширеним явищем для степової зони (Артеменко, 1997). Загалом потужність дубової підстилки коливалась в межах 2 см, а запас сухої органічної речовини був меншим 1 кг/м².

Навесні у верхньому горизонті підстилки насадження *Quercus robur* L. було відмічено 7 видів водоростей з двох відділів: *Chlorophyta* – 6 (86 %), *Bacillariophyta* – 1 (14 %). До провідних родин віднесли *Myrmeciaceae*. Домінанти альгоугруповання:

Pseudococcomyxa simplex (Mainx) Fott і *Stichococcus minor*, а субдомінант — *Klebsormidium flaccidum*. Відмічені види при аналізі їх життєвих форм утворили формулу: $X_3Ch_2H_1B_1$ (7), де ми бачимо переважання видів нестійких до посух, що пояснюється достатньою кількістю вологи в умовах короткозаплавного насадження.

Нижній горизонт підстилки навесні характеризувався наявністю 11 видів водоростей з чотирьох відділів: *Chlorophyta* – 6 (55 %), *Cyanophyta* – 2 (18 %), *Bacillariophyta* – 2 (18 %), *Xanthophyta* – 1 (9 %). Як і у верхньому горизонті домінантом була *Pseudococcomyxa simplex*. До субдомінантів віднесли *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová і *Ellipsoidion oocystoides* Pascher. З екологічної точки зору, альгоугруповання горизонту з напіврозкладеної частини підстилки складався з двох груп: одна з надзвичайно екологічно пластичних, витривалих до дії несприятливих чинників середовища видів, і типових ксерофітів, а інша містила вологолюбні і тіньовитривалі види — $Ch_3X_3H_1B_1P_1amph_1hydr_1$ (11).

Літнє альгоугруповання дубового опаду утворено 4 видами водоростей: *Chlorophyta* – 3 (75 %), *Cyanophyta* – 1 (25 %). Домінанти: *Chlorosarcina rivularis* Pankow et Möller і *Chlorella vulgaris* Beijerinck. До субдомінантів віднесли *Stichococcus minor*. Спектр життєвих форм: $Ch_2CF_1X_1$ (4). На відміну від весни, влітку скоротилась кількість вологолюбних видів – їх місце зайняли види витривалі до більш екстремальних умов середовища. Слід відмітити появу CF-форми - *Cylindrospermum stagnale* (Kützinger) Bornet et Flahault, який спроможний до азотфіксації і здатен утворювати значний слиз, що дозволяє йому переживати найбільш складні умови влітку.

У верхньому горизонті осіннього опаду нами відмічено 3 види водоростей, серед яких 2 види відносились до зелених (66 %), а один – до ціанопрокаріот (34 %). Домінант – *Jaaginema neglectum* (Lemmermann) Anagnostidis et Komárek, субдомінант – *Chlorella mirabilis* Andreeva. Екологічний аналіз видів показав повернення вологолюбних видів у склад угруповання – X_2P_1 (3). У нижньому горизонті дубової підстилки восени знайдено 6 видів водоростей: *Chlorophyta* – 5 (83 %), *Xanthophyta* – 1 (17 %), серед яких домінували: *Pseudococcomyxa simplex* і *Chlorella mirabilis*. Субдомінантом був *Bracteacoccus minor*. Список життєвих форм представлений $X_3Ch_2H_1$ (6).

Впродовж досліджень у підстилці насадження *Quercus robur* заплавної частини Старо-Бердянського лісу нами відмічено 18 видів водоростей: *Chlorophyta* – 10 (56 %), *Cyanophyta* – 4 (22 %), *Bacillariophyta* – 2 (11 %), *Xanthophyta* – 2 (11 %). Список провідних родин мав вигляд: *Pseudanabaenaceae*, *Chlorellaceae*, *Myrmeciaceae* і *Stichococcaceae*. У всіх зразках дубового опаду зустрічався *Stichococcus minor*. При розподілі видів за життєвими формами ми отримали формулу: $Ch_5X_5H_2P_2B_1CF_1amph_1hydr_1$ (18), за якою видно, що в насадженні поряд із видами-убіквістами – Ch, активно розвивались тіньовитривалі і вологолюбні види X, H, amph, hydr-форм.

Загалом у лісовій підстилці заплавних дібров Старо-Бердянського і Самарського лісів нами виявлено 33 види водоростей з 5 відділів: *Chlorophyta* – 17 (52 %), *Cyanophyta* – 6 (18 %), *Xanthophyta* – 6 (18 %), *Bacillariophyta* – 2 (6 %) і *Eustigmatophyta* – 2 (6 %). До провідних віднесено 8 родин. Найбільш різноманітними були *Myrmeciaceae*, *Stichococcaceae* і *Pleurochloridaceae*. До складу провідних за кількістю видів увійшли роди: *Stichococcus* (4 види), *Phormidium* і *Chlorella* (по 2 види).

З екологічної точки зору альгофлора підстилок досліджених дібров характеризується переважанням едафофільних видів водоростей: $Ch_{10}X_9H_3P_3hydr_3CF_2C_1B_1amph_1$ (33), серед яких присутні три гідрофільних і один амфібіальний види, що пояснюється достатнім режимом зволоження у заплавному місцезростанні. Проте найбільше різноманіття мають види Ch- і X-форми, які, як

відомо, відіграють значну роль у складі альгоугруповань лісів (Алексахина, 1984; Байрак, 1998).

Досліджена сезонна динаміка складу водоростевих угруповань лісових підстилок різних заплавних дібров протягом трьох сезонів показала зменшення кількості видів водоростей влітку і збільшення в весняний період (*таблиця*), що співпадає із рядом відомих закономірностей (Мальцева, 2009; Щербина, 2011). Так, навесні активно розвивались представники усіх відмічених відділів, зокрема види *Phormidium* і *Stichococcus*. Влітку альгоугруповання найчастіше склались із зелених кокоїдних водоростей Ch-життєвої форми. Восени починали знову з'являтися вологолюбні водорості, у тому числі і гідрофільні, а наймасовішими були види *Stichococcus*.

Сезонні зміни видового складу водоростей лісових підстилок різних заплавних дібров

Фітоценоз	Відділ водоростей	Кількість видів, од. (%)		
		Весна	Літо	Осінь
Берестово-ясенєва діброва, Самарський ліс	<i>Cyanophyta</i>	3 (15)	–	–
	<i>Chlorophyta</i>	11 (55)	2 (100)	4 (40)
	<i>Xanthophyta</i>	2 (10)	–	4 (40)
	<i>Bacillariophyta</i>	2 (10)	–	1 (10)
	<i>Eustigmatophyta</i>	2 (10)	–	1 (10)
	Разом	20 (100)	2 (100)	10 (100)
Дубове насадження (Старо-Бердянський ліс)	<i>Cyanophyta</i>	2 (15)	1 (25)	1 (14)
	<i>Chlorophyta</i>	8 (62)	3 (75)	5 (72)
	<i>Xanthophyta</i>	1 (8)	–	1 (14)
	<i>Bacillariophyta</i>	2 (15)	–	–
	<i>Eustigmatophyta</i>	–	–	–
	Разом	13 (100)	4 (100)	7 (100)

ВИСНОВКИ

У лісових підстилках різних заплавних дібров степової зони України виявлено 33 види водоростей з 5 відділів, де переважаючими були представники *Chlorophyta* – 52 %, а також *Cyanophyta* і *Xanthophyta* – по 18 %. Слід відмітити зростання видового різноманіття водоростей у природному лісі – 24 види у берестово-ясеневій діброві Самарського лісу проти 18 видів у штучному дубовому насадженні Старо-Бердянського. З екологічної точки зору альгофлора підстилок досліджених дібров характеризується переважанням едафотільних видів водоростей Ch-життєвої форми, які максимально адаптовані до нестачі вологи у Степу. Сезонна динаміка складу водоростевих угруповань вказує на зменшення кількості видів водоростей влітку і їх збільшення в весняний період.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Алексахина Т. И. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 150 с.

Aleksakhina, T. I., Shtina, E. A., 1984, "Soil algae of forest biogeocenozov", Moscow, Nauka, 150 p.

Артемченко В. Н. Экологические и методологические принципы исследования лесных

подстилок Днепроовско-Орельского природного заповедника / В. Н. Артеменко // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – 1997. – № 1. – С. 57-64.

Artemenko, V. N., 1997, "Ecological and methodological principles of research of the forest floor of Dneprovsko-Orelskogo of natural preserve", *Issues of steppe silvics and forest revegetation of lands*, no. 1, pp. 57–64.

Байрак О. М. Безсудинні рослини Лівобережного Лісостепу України (грунтові водорості, лишайники, мохоподібні). Структурний аналіз, питання охорони, анотований список видів / О. М. Байрак, О. М. Гапон, А. А. Леванець. – Полтава : Верстка, 1998. – 160 с.

Bayrak, O. M., Gapon, O. M., Levanec, A. A., 1998, "Nonvascular plants of Left-bank Forest-steppe of Ukraine (soil algae, cladinas, mossy). Structural analysis, question of guard, annotated list of kinds", *Poltava, Verстка*, 160 p.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесная промышленность, 1971. – 336 с.

Belgard, A. L., 1971, "Steppe silvics", *Moscow, Forest industry*, 336 p.

Вишенська І. Г. Методичні аспекти визначення енергетичного запасу лісової підстилки / І. Г. Вишенська, А. А. Жовтенко, Я. П. Дідух // Наукові записки. Біологія та екологія. – 2010. – Т. 106. – С. 40-44..

Vishenska, I. G., Zhovtenko, A. A., Didukh, Ya. P., 2010, "Methodical aspects of determination of power supply of the forest floor", *Scientific messages. Biology and ecology*, 106, pp. 40–44.

Водорості ґрунтів України (Історія й методи дослідження, система, конспект флори) / І. Ю. Костіков, П. О. Романенко, Є. М. Демченко та ін. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.

"Soil algae of Ukraine: history and methods of research, system, synopsis of flora", 2001, Kostikov, I. Yu., Romanenko, P. O., Demchenko, Ye. M. and others, Kyiv, Phytosociocentr, 300 p.

Голлербах М. М. Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Ленинград: Наука, 1969. – 143с.

Gollerbakh, M. M., Shtina, E. A., 1969, "Soil algae", *Leningrad, Nauka*, 228 p.

Кузяхметов Г. Г. Методы изучения почвенных водорослей: Учебное пособие / Г. Г. Кузяхметов, И. Е. Дубовик. – Уфа : Изд-во Башкирского ун-та, 2001. – 60 с.

Kuzyakhmetov, G. G., Dubovik, I. E., 2001, "Methods of study of soil algae", *Ufa, Publication of Bashkir University*, 60 p.

Мальцева І. А. Ґрунтові водорості лісів степної зони України / І. А. Мальцева. – Мелітополь : Люкс, 2009. – 312 с.

Maltseva, I. A., 2009, "Soil algae of the forests of steppe area of Ukraine", *Melitopol, Luks*, 312 p.

Михайлюк Т. И. Редкие и новые для флоры Украины виды *Chlorophyta* гранитных обнажений в степной зоне / Т. И. Михайлюк, Э. Н. Демченко // Ботанический журнал. – 2005. – 90, № 2. – С. 183-196.

Mikhaylyuk, T. I., Demchenko, E. N., 2005, "Rare and new for the flora of Ukraine types of Chlorophyta of the granit baring in a steppe area", *Botanical magazine*, 90, no. 2, pp. 183–196.

Некрасова К. А. Почвенные водоросли и беспозвоночные как компоненты биогеоценоза / К. А. Некрасова // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – Алма-Ата, 1982. – С. 51-53.

Nekrasova, K. A., 1982, "Soil algae and invertebrates as komponenty of biogeocenosis", *Microorganisms as component of biogeocenosis*, Alma-Ata, pp. 51–53.

Травлеев А. П. О термоизоляционной роли лесной подстилки / А. П. Травлеев // Почвоведение. – 1960а. – № 10. – С. 92-95.

Travlyeyev, A. P., 1960a, "On thermo-insulating role of the forest floor", *Eurasian Soil Science*, no. 10, pp. 92–95.

Травлеев А. П. Об особой роли лесной подстилки в натурализации искусственного лесного сообщества в степи / А. П. Травлеев // Лесн. журн. – 1960б. – № 6. – С. 26-29.

Travlyeyev, A. P., 1960b, "About the special role of the forest floor in naturalization of artificial xylum in steppe", *Forest journal*, no. 6, pp. 26–29.

Травлеев А. П. Лесная подстилка как структурный элемент искусственного лесного сообщества в степи: автореф. дис...к-та биол. наук / А. П. Травлеев. – Х., 1961. – 20 с.

Travlyeyev, A. P., 1961, "Forest floor as a structural element of an artificial xylum in the steppe", The dissertation abstract on competition of a scientific degree of cand. biol. sci., Kharkov, 20 p.

Травлєєв А. П. До питання про роль лісової підстилки в штучних лісах степової зони СРСР / А. П. Травлєєв // Матеріали III з'їзду українського ботанічного товариства. – К. : Наукова думка, 1965. – С. 288-289.

Travlyeyev, A. P., 1965, "To the question about the role of the forest floor in the artificial forests of steppe area of the USSR", *Materials of III convention of Ukrainian botanical society*, Kyiv, Naukova dumka, pp. 288–289.

Щербина В. В. Динаміка чисельності та біомаси водоростей степових біогеоценозів та агроценозів Херсонської області / В. В. Щербина // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету ім. Б. Хмельницького. – 2011. – № 3. – С. 80-86.

Scherbina, V. V., 2011, "Dynamics of quantity and biomass of algae of steppe biogeocenosis and agrocenosis of the Kherson area", *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, no. 3, pp. 80–86.

Черевко С. П. Альгофлора ґрунтів аренних лісів головного моніторингового профілю Присамарського біосферного стаціонару / С. П. Черевко // Й. К. Пачоський та сучасна ботаніка. – Херсон : Айлант, 2004. – С. 74-76.

Cherevko, S. P., 2004, "Algoflora soils of the arennikh forests of main monitoring type of Prysamarya biosphere station", *Y. K. Pacheskiy and modern botany*, Kherson, Ailanth, pp. 74–76.

Рекомендує до друку
чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук А. П. Травлєєв

Надійшла до редколегії 21.02.13

RECLAMATION OF DISTURBED SOILS

UDK 504.53:631.618

**M. M. Kharytonov¹, Dr. Sci. (Agri.), Professor,
J. M. Resio Espejo², Dr. Sci. (PhD), Professor**

¹*Dnipropetrovsk State Agrarian University, Dnipropetrovsk, Ukraine,
e-mail: nick-nick@mail.ru*

²*University of Cordoba, Cordoba, Spaine*

PROSPECTS OF THE NIKOPOL MANGANESE BASIN ROCKS USING FOR LAND RECLAMATION

The rocks of the Nikopol manganese ore basin in the southeast part of Ukraine are presented the holocene, postpliocene, neogen and paleogen deposits. Taken on day surface they are problem for environment management for the future. The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The seven rocks and southern black soil were divided in five classes after laboratory and field experiments of long standing (Масюк, 1984). It was established that plant melioration of rocks with perennial legumes grasses lead to improvement their fertility. The effectiveness of different models of land recultivation and heavy metals migration through rock-soil-plant system was researched. The physical-chemical investigation of the organic substances formation particularities were done. It is determined the humic asids level is decreased according to southern black soil to 10 times. It was established also, phytomeliorated rocks had the differences in a low ratio of the humic and fulvoacids (0.2–0.5). The field experiments were carried out to study adaptive potential for the plants having different requirements for substrate fertility. Main task was to note the prospects of the mined land management for the rocks of the Nikopol manganese basin. The experiments used disturbed rocks as technogenic substrata to grow crops in a special rotation. The main minerals of rocks silty fraction consist of feldspar, calcite, hydro mica, montmorillonite, chlorite and kaolinite. The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for dark-grey schist clay. It was established the rocks getting on the day surface after manganese ore mining and plant melioration stages pass in other geochemical conditions and change their physical-chemical properties due to the process of bioweathering. Some adaptive reactions for alfalfa have been learned for different substrata (loess-like loam, red-brown and grey-green clay). The alfalfa was in stress in the first year of life, but it gave essential yield growth in the next years comparative to southern black soil. It was connected with high level of the energy accumulation with alfalfa as well. It was shown also that the preliminary melioration of rocks by alfalfa provide the simbiotic nitrogen fixation at the level 50–70 % more than in case with southern black soil. Other approaches application for substrata' organic substance composition evaluation (gel chromatography, potentiometer titration with 0,1NKMnO₄, etc) gave an opportunity to reveal the formation of the humic fractions with a high movability and low molecular weight. Additional steps to improve phytomeliorated rocks fertility have been done within last 7 years. In particular it was fixed that soybean treated by root-substrate mix ithout VAM and Glomus mosscae Isolate could use phosphorus of hard soluble combinations for montmorillonite clay using. The fields' experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted for a last 5-

7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. These rocks were involved in that experiment after long term plant melioration. However, it is clear that long-term plant melioration allow opening the bacterial fertiliser's efficiency. Thus the data approved that crops during long-term melioration have dramatically improved some processes as following: bioweathering of rocks, phytomeliorated rocks fertility growth, etc. Preliminary phytomelioration of rock mass may be recommended as technological model of land reclamation in similar mining regions after long-term geochemical monitoring.

Keywords: manganese basin, land reclamation, rocks, soils, crops, humus quality, trace elements, bacterial fertilizers.

**М. М. Харитонов¹, д-р с.-г. наук, проф.,
Х. М. Ресіо Еспехо², д-р біол. наук, проф.**

¹Дніпропетровський державний аграрний університет, Україна,
e-mail: nick-nick@mail.ru

²Кордобський Університет, м. Кордоба, Іспанія

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД НІКОПЛЬСЬКОГО МАРГАНЦЕВОГО БАСЕЙНУ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ

Гірські породи Нікопольського марганцеворудного басейну у південносхідній частині України представлені голоценовими, постпліоценовими, неогеновими та палеогеновими відкладами. Після винесення на земну поверхню ці породи створюють проблему для охорони навколишнього середовища у майбутньому. Рекультивация порушених земель проводиться в одному технологічному циклі з процесом видобутку марганцевої руди. Ґрунтова маса знімається, переноситься та залишається у відвалах після того як гірські породи виносяться на земну поверхню. Проведені дослідження ефективності різних моделей рекультиваци та міграції важких металів уздовж ланцюга гірська порода-ґрунт-рослина. Сім гірських порід та південний чорнозем були розділені на п'ять класів після лабораторних та польових багаторічних експериментів (Масюк, 1984). Таким чином було встановлено, що фітомеліорація гірських порід багаторічними бобовими травами призводить до підвищення їх родючості. Було виконано фізико-хімічні дослідження особливостей формування органічної речовини. Визначено, що рівень гумінових кислот у фітомеліорованих гірських породах нижче ніж у чорноземі південному у 10 раз. Було встановлено також, що фітомеліоровані гірські породи відзначаються низьким співвідношенням гумінових та фульвокислот (0,2–0,5). Польові досліді були проведені для визначення адаптивного потенціалу рослин, які по різному реагують на родючість субстрату. Головні мінерали глинистої фракції гірських порід представлені польовим шпатом, кальцитом, гідролуоду, монтморіліонітом, хлоритом і каолінітом. Найвищий рівень марганцю у породах після вивітрювання був зафіксований для темно-сірої сланцевої глини. Було установлено, що гірські породи, які опинились на денній поверхні після видобутку марганцевої руди і пройшли стадії фітомеліорації, потрапляють в інші геохімічні умови та змінюють їхні фізико-хімічні властивості завдяки процесу біологічного вивітрювання. Деякі адаптивні реакції люцерни були вчені на різних субстратів (лесоподібний суглинок, червоно-бура та сіро-зелена глини). Люцерна опинялась у стресових умовах у перший рік життя, але у наступні роки була зафіксована достатня врожайність порівняно з показниками чорнозему південного. Зафіксовано високий рівень виносу енергії з біомасою люцерни. Нами було встановлено, що попередня фітомеліорація гірських порід люцерною забезпечує рівень симбіотичної азотфіксації на 50–70 % більше порівняно з чорноземом південним. Застосування інших підходів для оцінки складу органічної речовини (гель хроматографія, потенціометричне титрування з 0,1NKMnO₄ тощо) надало можливість оцінити формування гумінових фракцій з високою рухомістю та низькою молекулярною вагою. Додаткові кроки покращити родючість фітомеліорованих порід були зроблені за сім років. Зокрема було зафіксовано, що соя, оброблена коренево-субстратною сумішю без ВАМ та ізолятом *Glomus mosscae*, дозволяє споживати важкорозчинений фосфор у випадку використання монтморіліонітової глини. Обробка насіння озимої пшениці біологічними препаратами була зроблена у польових дослідіх протягом 5–7 років на стаціонарі рекультиваци земель у Нікопольському марганцеворудному басейні. Вищеназвані гірські породи були

залучені в експеримент після багаторічної фітомеліорації. Отже, визначено, що тривала фітомеліорація підвищує ефективність застосування бактеріальних добрив. Таким чином, отримані дані підтвердили, що культивування сільськогосподарських культур протягом багаторічної фітомеліорації суттєво прискорює деякі процеси, а саме: біологічне вивітрювання гірських порід, зростання їх родючості тощо. Попередня фітомеліорація гірських порід може бути рекомендована як технологічна модель у схожих гірничорудних регіонах після багаторічного геохімічного моніторингу.

Ключові слова: марганцевий басейн, рекультивация земель, гірські породи, ґрунти, сільськогосподарські культури, якість гумусу, мікроелементи, бактеріальні добрива.

¹**Н. Н. Харитонов, д-р с.-х. наук, проф.,**

²**Х. М. Ресно Эспехо, д-р биол. наук, проф.**

¹*Днепропетровский государственный аграрный университет, Украина,
e-mail: nick-nick@mail.ru*

²*Кордобский Университет, г. Кордоба, Испания*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД НИКОПОЛЬСКОГО МАРГАНЦЕВОГО БАСЕЙНА ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Горные породы Никопольского марганцеворудного бассейна в юго-восточной части Украины представлены голоценовыми, постплиоценовыми, неогеновыми и палеогеновыми отложениями. Рекультивация нарушенных земель проводится в одном технологическом цикле с процессом добычи марганцевой руды. Проведены исследования эффективности разных моделей рекультивации и миграции тяжелых металлов вдоль цепи горная порода-почва-растение. Было установлено, что горные породы, которые оказались на дневной поверхности после добычи марганцевой руды и прошли стадии фитомелиорации, попадают в другие геохимические условия и изменяют их физико-химические свойства благодаря процессу биологического выветривания. Предварительная фитомелиорация горных пород может быть рекомендована как технологическая модель в подобных горнорудных регионах после многолетнего геохимического мониторинга.

Ключевые слова: марганцевый бассейн, рекультивация земель, горные породы, почвы, сельскохозяйственные культуры, качество гумуса, микроэлементы, бактериальные удобрения.

The rocks of the Nikopol manganese basin in the southeast part of Ukraine are presented the holocene, postpliocene, neogen and paleogen deposits. Taken on day surface they are problem for environment management for the future. Dust from this land is excessive and causes respiratory problems for nearby residents (Duka, 2011). Chronic Mn impact is a hazard in the mining and processing of Mn ores. The screen of 683 children in the Mn rich regions of Ukraine showed that 53 % had impaired growth and rickets-like skeletal deformities. There are 9,000 ha of mined land with soil replaced in the region, but most has had ineffective reclamation. Another 10,000 ha or more exists without soil replacement (mostly from mining operations more than 30 years ago), and an estimated additional 150,000 ha or more in Nikopol region suffers significant adverse affects from the non-restored mined land (Tarika, 2004). The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The reclamation of disturbed land is conducted in one technological cycle with the process of manganese ore mining. The soil mass is taken off, piled up and heaped onto the land after the rock has been replaced. The seven rocks and southern chernozem (black soil) were divided in five classes after laboratory and field experiments of long standing (Masyuk, 1984). The field experiments were carried out long time to study adaptive potential for the plants having different requirements for substrate fertility. Recommendations resulting from cooperative research of Dnepropetrovsk State Agrarian University and the National Mining University

of Ukraine have been adopted by all strip-mining operations in the Nikopol region and to a lesser extent throughout Ukraine. Current mining operations remove and replace overburden by strata, with careful attention to preservation of topsoil. Return of this land to agricultural use is comparatively easy and environmental and health consequences in the surrounding area are minimal. The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for schist clay (Kharytonov, 2007). Main task was to note the prospects of the mined land management for the rocks of the Nikopol manganese basin.

THE MATERIALS AND METHODS

The mechanical, physical and chemical properties of some rock substrata were studied with use of standard methods. The stratigraphy of the Nikopol manganese ore basin is shown in table 1.

Table 1

Rock deposits stratigraphy		
Age	Depth, m	Name of substrate
Q	0–7	Soils, loess-like loam
N ₁ SQ	7–12	Red-brown loam and clay
N ₁ Srm ₂₊₁	12–47	Grey-green clay
N ₁ Srm ₁	47–63	Sand-clay deposits
Pg ₁ ch ₁	63–71	Green montmorillonite clay
Pg ₁ ch ₁	>71	Manganese ore

Q – quaternary; N₂ – Pliocene, upper (late) Neogene; N₁ – Miocene, lower (early) Neogene; Srm₁ – lower Sarmat; Srm₂ – middle Sarmat; Srm₃ – upper Sarmat; Pg₃ – Oligocene, upper Palaeogene.

Accepted conventional meanings for the substrata as following: SBS – southern black soil; LLL – loess-like loam; RBL – red-brown loam; RBC – red-brown clay; GGC – green-grey clay; GMC – green montmorillonite clay; AAS – ancient-alluvial sand; DGSC – dark-grey schist clay

X-RAY analyses were conducted on clay minerals in natural condition, after processing with ethylene glycol, and after firing. An HZG-4 instrument was used. The macro- and microelement content of rocks and crops was studied with an atomic-absorption spectrophotometer. Gel & Gas chromatography, potentiometer titration, and calorimeter were used to study additional effects in rocks-plant system. The effects of a six-year cropping pattern were monitored in 5-kg vessels in the open in Dnepropetrovsk. The vessels contained substrates of neogene and paleogene rocks, with a southern black soil for comparison. The crop sequence was as follows: first two years – alfalfa, third year – "fallow", fourth year – bean, fifth years – pea & bean (relay cropped), and the sixth year – maize. Root-substrate mix without vesicular arbuscular micoriza (VAM) and some *Glomus mosscae* Isolates (mycorrhizal VA-fungies) were studied in the light-room experiments with soybean. The object under research is ordinary medium – loamy black soil, green montmorillonite clay. The vessel capacity – 0.5 kg; repetition – 5 times. The fields experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted also for a last 5–7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. The bacterial fertilizers application was made in the several field trials as following: *Agrobacterium Radiobacter*, *Bacillus* sp., *Agrobacterium Radiobacter* 204, *Alcaligenes paradoxus* 207 and *Flavobacterium*. Bacterial fertilizers were cultivated at the southern branch of the Ukrainian Institute of Agricultural Microbiology UAAS.

RESULTS AND DISCUSSION

The experiments used disturbed rocks as technogenic substrata to grow crops in a special rotation. Agrochemical assessment of the rocks after long-term plant melioration is presented in the table 2.

Table 2

Agrochemical assessment of the rocks after long-term plant melioration

Substrate	C/N	Total P, %	Mob P, mg/100g	Ca-P ₁ , %	Ca-P ₂ , %	Al-P, %	Fe-P, %	Ca-P, %	Five fractions sum, mgP ₂ O ₅ /100g
SBS, 0–20 cm	7,5	0,058	5,7	25,8	33,1	8,4	8,7	24,1	74,75
SBS, 20–40 cm	6,5	0,064	5,55	34,6	24,1	5,6	12,3	23,5	81,0
LLL, 0–20 cm	4,0	0,017	1,7	16,5	47,7	10,0	6,5	25,4	65,0
LLL, 20–40 cm	3,3	0,032	1,2	9,3	48,2	8,6	6,07	28,6	70,0
RBC, 0–20 cm	5,7	0,033	4,5	13,9	42,8	15,0	6,9	21,3	93,5
RBC, 20–40 cm	3,2	0,014	1,25	12,5	55,2	8,3	5,5	18,4	72,0
GGC, 0–20 cm	2,5	0,034	0,8	7,2	30,9	3,8	0,8	22,5	118,0
GGC, 20–40 cm	3,8	0,034	0,4	9,9	42,8	5,07	0,8	31,5	88,75
SBS, 0–20 cm	6,6	0,048	3,7	29,7	44,0	12,4	2,4	11,4	52,25

The main minerals of rocks silty fraction consist of feldspar, calcite, hydromica, montmorillonite, chlorite and kaolinite. Some data are presented in the table 3.

The part of data with heavy metals content after 1NHCl extraction is shown in the table 4.

Table 3

Clay minerals content, %

Substrata	Clay minerals	
	Hydro mica + montmorillonite	Kaolinite
Southern black soil	23,3	9,1
Loess-like loam	15,6	7,9
Red-Brown Clay	40,8	14,4
Grey-Green Clay	47,9	15,6
Dark-Grey schist clay	32,4	4,7
Ancient-alluvial sand	4,2	6,7
Green montmorillonite clay	43,2	3,9

The case when weathered rocks accumulate the high level of manganese was fixed for dark-grey schist clay. The some data of the long-term laboratory experiments on rock melioration with plants are shown in the table 5.

Table 4

Trace Elements Content in the Meliorated Rocks, mg/kg

Substrate	Co	Ni	Pb	Mn	Zn	Cu	Fe	Cr
South Black Soil	4,88	8,4	16,6	535	62	8,3	1747	3,0
Loess-like loam	5,56	7,9	13,8	343	81	6,6	1283	3,1
Red-Brown loam	5,68	8,43	12,2	348	28,3	6,8	1243	3,0
Red-Brown clay	6,85	11,3	12,6	467	35	8,57	1848	3,75
Grey-Green Clay	2,43	4,0	11,0	155,0	16,3	7,3	1082	3,5
Dark-Grey schist clay	3,33	9,2	11,7	2053	35,8	8,22	2005	3,0

Table 5

Accessible reserve of rocks on trace elements along the process of rocks melioration by plants, mg/kg (AAB pH 4,8)

Year	Manganese	Zinc	Copper
Loess-like loam			
1987	21,0	12,2	0,9
1995	69,7	10,0	2,5
Red-Brown Clay			
1987	20,5	17,0	0,6
1995	68,0	9,5	2,18
Grey-Green Clay			
1987	6,1	6,5	0,6
1995	51,3	5,9	2,2

Thus the rocks getting on the day surface after manganese ore mining and plant melioration stages pass in other geochemical conditions and change their physical-chemical properties due to the process of bioweathering. Some adaptive reactions for alfalfa have been learned for different substrata (loess-like loam, red-brown and grey-green clay). The alfalfa was in stress in the first year of life, but it gave essential yield growth in the next years comparative to southern black soil. It was connected with high level of the energy accumulation with alfalfa as well (table 6).

Table 6

Energy content in the organs of alfalfa planted in soil and rock, (cal/g)

Plant Organs	Plant Height. cm			
	0–10	10–40	40–70	70–85
Grey-Green Clay				
Leaves	–	3894± 25	4072±11	4305±6
Stalk	4273±5	4251± 8	4232± 7	4030±6
Raceme	4477±11			
Southern Black Soil				
Leaves	–	4275± 20	4384± 5	-
Stalk	–	4269± 8	4163± 16	4127± 6
Raceme	4390±2			

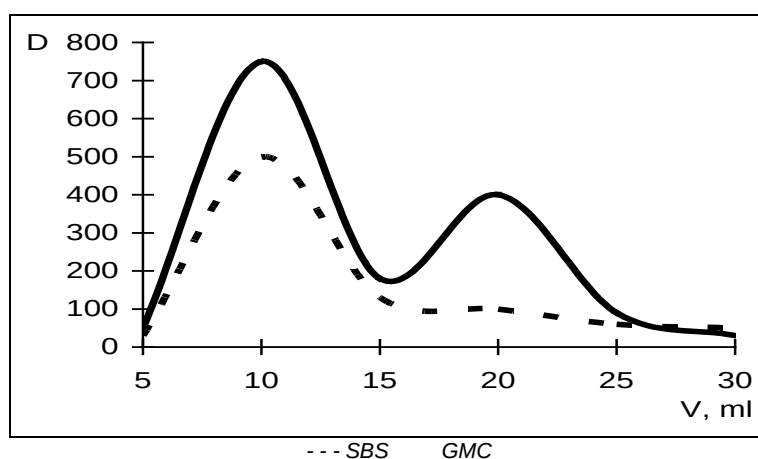
It was shown also that the preliminary melioration of rocks by alfalfa provide the symbiotic nitrogen fixation at the level 50-70% more than in case with southern black soil.

Other approaches application for substrata' organic substance composition evaluation(gel chromatography, potentiometer titration with 0,1NKMnO₄, etc) gave an opportunity to reveal the formation of the humic fractions with a high movability and low molecular weight (table 7 and figure).

Table 7

The Rocks Oxidation-Reduction Buffer Capacity after long-term melioration by plants (mv)

Substrate	Titration Stages					
	0	1	2	3	4	5
Fresh loess-like loam	195	506	523	532	535	538
Loess-like loam after First Phytomelioration Stage	193	427	459	479	489	496
Loess-like loam after two Phytomelioration Stages	198	380	448	469	478	479
Fresh Grey-Green Clay	175	494	512	520	527	531
Grey-Green Clay after First Phytomelioration Stage	215	384	452	471	483	489
Grey-Green Clay after two Phytomelioration Stages	198	376	430	452	462	481
Southern Black Soil	213	303	328	348	374	404



Gel-chromatogramma of humic acid extracted of southern black soil and green montmorillonite clay

Thus it was established that plant melioration of rocks with perennial legumes grasses lead to improvement their fertility. Additional steps to improve phytomeliorated rocks fertility have been done within 7 years. In particular it was fixed that soybean treated by mycorrhizal VA-fungies could use phosphorus of hard soluble combinations (table 8).

Root-substrate Mix without VAM and *Glomus mosscae* Isolate 5 impact was more available for montmorillonite clay using. The fields experiments to check winter wheat seeds treatment with different biological preparations were conducted for a last 5–7 years at the land reclamation station in the Nikopol Manganese Basin. The rocks substrats are presented the loamy soil and clays which were took up to the day surface after manganese ore mining. These rocks were involved in that experiment after long term plant melioration. The first experiment data on Winter Wheat Experiments are presented in the table 9.

Table 8

VAM fungi effect after soil , rock treatment for soybean yield, g/vessel

Trials	Grey-Green Clay	Southern Black Soil
Control	0,54	0,71
Root-substrate mix without VAM	0,76	0,8
Glomus mosscae	0,55	0,79
Glomus, Isolate 2	0,69	0,85
Glomus, Isolate 5	0,73	0,66

Table 9

Bacterial Fertilizers Efficiency for Winter Wheat growing in Land Reclamation Station within 1995–1996 years

Bacterial Fertilisers	Yield, t/ha		
	Loess-like loam	Red-Brown Clay	Green-Grey Clay
Control	2.64	3.52	2.61
Agrobacterium Radiobacter	3.07	3.76	2.96
Bacillus sp.	2.92	4.0	3.19
Agrobacterium Radiobacter 204	3.34	3.9	2.47
Alcaligenes paradoxus 207	3.44	3.69	2.41
Flavobacterium	3.53	3.14	2.42

Second experiment with Agrobacterium radiobacter 204 and Bacillus sp. was conducted within two years. The part of data is presented in table 10.

Table 10

Bacterial Fertilizers Efficiency for Winter Wheat growing in Land Reclamation Station for 1998–1999 years

Bacterial Fertilisers	Yield, t/ha		
	Loess-like loam	Red-Brown Clay	Green-Grey Clay
Control	2.35	2.13	2.50
Agrobacterium Radiobacter 204	2.61	2.40	2.61
Bacillus sp.	2.67	2.26	2.9

Obviously that yield distinctions are explained with weather conditions which were different for these years. However, it is clear that long-term plant melioration allow opening the bacterial fertiliser's efficiency.

CONCLUSION

Thus the data approved that crops during long-term melioration have dramatically improved some processes as following: bioweathering of rocks, phytomeliorated rocks fertility growth, etc. Preliminary phytomelioration of rock mass may be recommended as technological model of land reclamation in similar mining regions after long-term geochemical monitoring.

ACKNOWLEDGEMENT

It is necessary to emphasize both the theoretical and applied aspects of agronomic reclamation of mined lands were initiated in Ukraine by DSAU under the direction of the

world famous professors Mykola O. Bekarevich, Mykola T. Masyuk and Ivan H. Uzbek. Credit is due to people who were involved in this work including Mikhail G. Babenko, Olena V. Sherstoboeva, Lyudmila O. Chaykovskaya.

REFERENCES

Duka, Y. D., Ilchenko, S. I., Kharytonov, M. M., Vasylyeva, T. L., 2011, "Impact of open manganese mines on the health of children dwelling in the surrounding area" / Health Threats Journal, 4 : 7110, pp. 1–6.

Tarika, O., Zabaluev, V., 2004, "Mine land reclamation strategies in the Nikopol manganese ore basin (Central Steppe of Ukraine): Using replaced mining overburden in agriculture", Prec. of the 16th Ann. Conf. of the Society for Ecological Restoration, Victoria, BC, Canada. – CD-ROM.

Масюк Н. Т. Эколого-биологические эффекты, открытые на горных породах в процессе их изучения и сельскохозяйственного освоения / Н. Т. Масюк // Эколого-биологические и социально-экономические основы сельскохозяйственной рекультивации в степной черноземной зоне УССР. – Д. : ДСХИ, Сб. научных трудов. – 1984. – Т. 46. – С. 33-71.

Masyuk, N. T., 1984, "Ecological-biological effects found in the replaced overburden strata during their investigation and agricultural development", Ecological-biological and socio-economic bases of land reclamation in the Steppe zone of Ukraine, Dnipropetrovsk, 49, pp. 33–71.

Kharytonov, M., 2007, "Geochemical assessment of reclaimed lands in the mining regions of Ukraine", NATO ARW Soil chemical pollution, risk assessment, remediation and security, Springer, Printed in the Netherlands, pp. 57–60.

Рекомендує до друку
д-р біол. наук І. Х. Узбек

Надійшла до редколегії 01.03.13

**В. Н. Зверковский¹, д-р биол. наук, проф.,
Ю. Н. Кузенко²**

¹*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
г. Днепропетровск, Украина*

²*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский
и проектный институт основной химии», г. Харьков, Украина,
e-mail: project@niochim.kharkov.ua*

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ЭТАПУ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**V. N. Zverkovsky¹, Dr. Sci. (Biol.), Professor,
Yu. N. Kuzenko²**

¹*Oles Gonchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine*

²*State Institution "State Scientific-Research Institute of Basic Chemistry", Kharkiv,
Ukraine, e-mail: project@niochim.kharkov.ua*

REQUIREMENTS FOR TECHNICAL STAGE OF FOREST RECULTIVATION AND THEIR IMPLEMENTATION

On the disturbed industrial areas the main technogenesis factors change natural environment drastically, thereby the emerged anthropogenic landscapes are unsuitable for biological development. On the preparatory stage of recultivation the system examination of disturbed areas and the projection of recultivation activities are conducted. On the next technological and biological stages of recultivation of disturbed lands in Western Donets Basin forest experimental cultures on the mine dumps is established. Utilization of mine rocks is carried out through their filling the local hollows which had arose in consequence of subsidence. On the flat part of the dumps and on the slopes of different steepness various kinds of artificial soil from delivered sand, loam and chernozem with thickness of 0–2 m are established. The total area of experimental allotments is 76 ha where 30 wood and shrub species are tested.

The optimum shape, configuration and angles of waste dump slopes are evaluated. Physical, chemical, ecological properties and forest vegetation effect of waste dump and artificial soils were studied. It is given the assessment of the appropriateness and effectiveness of usage of various agriculture substrata getting from local resources on unhandy lands, where industrial soil disturbance in mining leases is planning.

The optimum capacity and the stratigraphical structure of recultivation layer are experimentally determined.

On the experimental areas almost full neutralization of waste dump negative influence on natural environment is reached. Microclimatic characteristics of different types of plantations, peculiarities of dunnage forming and living soil cover development indicate of positive environment formation of experimental forest cultures. Phytoreclamation effect of different composition and construction is defined in comparison. This allows revealing perspective types of forest cultures on waste dump.

For systematization of forest plantation conditions on different variants of recultivation the principals of forest typology, artificial forests, developed by A. L. Belgard (1960), are used and supplemented.

The variants of artificial soils with high forest growth effect are proposed.

Key words: technogenesis, soil disturbance, artificial soils, forest recultivation.

**В. Н. Зверковский¹, д-р биол. наук, проф.,
Ю. Н. Кузенко²**

¹*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
г. Днепропетровск, Украина*

²*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский
и проектный институт основной химии», г. Харьков, Украина,
e-mail: project@niochim.kharkov.ua*

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ ЭТАПУ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Анализируются основные требования к техническому этапу лесной рекультивации и методы их обеспечения с целью создания оптимальных условий для биологического освоения нарушенных земель.

Ключевые слова: техногенез, нарушенные земли, искусственные почво-грунты, лесная рекультивация.

**В. М. Зверковский¹, д-р биол. наук, проф.,
Ю. М. Кузенко²**

¹*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
м. Дніпропетровськ, Україна*

²*Державна установа «Державний науково-дослідний і проектний інститут
основної хімії», м. Харків, Україна, e-mail: project@niochim.kharkov.ua*

ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНОГО ЕТАПУ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ТА ЇХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Аналізуються основні вимоги до технічного етапу лісової рекультивації і методи їх забезпечення з метою створення оптимальних умов для біологічного освоєння порушених земель.

Ключові слова: техногенез, порушені землі, штучні ґрунти, лісова рекультивація.

Рекультивация нарушенных земель Западного Донбасса предусматривает создание лесных массивов на шахтных отвалах. При этом, с одной стороны, решается вопрос по утилизации шахтных пород путём заполнения ими углублений, возникших вследствие просадки (вместо складирования пород в терриконы), с другой – восстановления лесных экосистем Присамарья, обладающих защитными и рекреационными свойствами.

Участки лесной рекультивации в конечном итоге должны создавать единую зеленую зону. Это будет способствовать положительному средообразующему воздействию лесных экосистем, а также создаст условия для осуществления механизированного комплекса лесокультурных мероприятий.

В лесной рекультивации ведущее значение приобретает форма, конфигурация, стратиграфия насыпных отвалов. С точки зрения восстановления мелиоративных и рекреационных лесных насаждений в условиях угольных бассейнов Украины наиболее целесообразно формирование платообразных (плоских) террикоников, имеющих площадь свыше 10 га и правильную геометрическую форму, максимально приближающуюся к квадрату или прямоугольнику.

Угол откоса формирующегося отвала определяется на основе конкретного учёта природной обстановки. Формирование отвалов с пологими откосами увеличивает площади земель, которые отводятся для нужд отвалообразования. В то же время на отвалах с крутыми склонами интенсивно развиваются эрозинные процессы. Кроме того, значительно усложняются условия применения техники, необходимой на

биологическом этапе рекультивации при посадке и уходе за насаждениями. Если угол откоса превышает $11-13^{\circ}$, механизация лесопосадочных и лесокультурных работ практически исключается, что значительно снижает эффективность биологического этапа рекультивации.

В связи с конкретными требованиями ландшафтного строительства возможно формирование плоских отвалов, имеющих сложную конфигурацию, различные углы откосов по периметру (соответственно и различную площадь откосов), а также некоторый уклон поверхности отвалов. При этом оптимальный уклон плоской части – не более $2-3^{\circ}$. Как показывает опыт, увеличение уклонов приводит к заметному иссушению участков в результате дренирования.

При формировании подобных отвалов следует учитывать, что в условиях засушливого климата степной зоны более выгодными для облесения будут склоны северной и западной экспозиции, т.к. они в меньшей степени прогреваются и иссушаются ветром в летнее время. При этом площадь откосов, где будет наблюдаться та или иная степень экологического соответствия леса условиям местообитания, будет зависеть от ориентировки отвала в широтно-меридиональном направлении.

В формирующихся отвалах следует избегать размещения в верхних, близких к дневной поверхности слоях, частично перегоревших, неветренных пород или отходов углеобогащения, как пиритсодержащих и чрезмерно засоленных субстратов.

Поверхность пород отвалов часто образует водоупорный слой. И в то же время отвалы, имеющие уклон, интенсивно дренируются, что способствует образованию аридускул, в понимании А. Л. Бельгарда (1971). Всё это приводит к значительным потерям влаги, являющей одним из дефицитных факторов степной зоны. Потому на техническом этапе рекультивации целесообразно формирование системы соединяющихся искусственных потускул, где поверхность отвала образует своеобразные выемки, впадины, «блюдца», способствующие накоплению влаги и постепенному расходованию её в засушливый период.

В целях успешного осуществления лесомелиорации шахтных отвалов необходима искусственная регенерация почвенного покрова. Вопросы создания оптимальных конструкций антропогенных почв на шахтных отвалах становятся в ряд первоочередных научных и практических задач. При этом основной целью является создание таких стратиграфических вариантов насыпки, которые отличались бы высоким лесорастительным эффектом и экономической рентабельностью. Исходным материалом при этом являются характеристики зональных высокопродуктивных лесных эдафотопов. Каждая конструкция искусственных антропогенных почв представляет собой своеобразную модель, созданную с учётом строения почвенного профиля определённых естественных эдафотопов, особенностей насыпных субстратов и технико-экономических условий рекультивации.

Лесорастительный эффект искусственных почво-грунтов определяется совокупностью всех особенностей насыпных слоев в их взаимодействии. Определение оптимальных стратиграфических вариантов трансплантируемых слоев становится возможным на основе анализа результатов полевых опытов.

На основании данных ряда авторов (Масюк, 1974) и наших материалов (Травлеев, 1989) по убыванию лесорастительных свойств горные породы можно расположить в следующий ряд: лессовидные суглинки и лессы – красно-бурые глины – песчаноглинистые отложения или подобные им технические смеси – зеленовато-серые мергелевые глины – третичные сланцевые чёрные глины.

В зависимости от конкретных условий и направлений рекультивации возможно формирование различных вариантов искусственных почво-грунтов. Основными критериями их плодородия следует считать гранулометрический состав, водно-физические свойства, показатели засоленности и кислотности, наличие гумуса и обеспеченность элементами питания.

Учитывая различия пород по основным, самым общим параметрам, следует отметить, что чернозёмы, снятые с отчуждённых для горных работ угодий, безусловно, следует сохранять и использовать для нанесения на дневную поверхность рекультивируемых участков. При этом нецелесообразно разбавление чернозёма путем смешивания с суглинками или другими породами. Высоким плодородием обладают также темноокрашенные суглинистые слои погребенных почв.

Лессовидные карбонатные суглинки являются потенциально плодородными породами и могут использоваться для создания рекультивационного, корнеобитаемого слоя. При лесохозяйственном направлении рекультивации целый ряд древесных культур на суглинках по продуктивности не уступает вариантам с насыпным чернозёмом. Поэтому целесообразно создание бесчернозёмных вариантов насыпки на участках лесной рекультивации, в частности на шахтных отвалах. Однако при формировании лесопарков в техногенных условиях необходимо создание гумусированных горизонтов. Их применение, даже при малой мощности гумусового слоя, активирует микробиологические процессы и способствует ускоренному накоплению элементов питания.

Пески третичные, добываемые для рекультивации в карьерах, обладают положительными водно-физическими свойствами. Их низкое плодородие определяется, в первую очередь, дефицитом элементов питания. Поэтому такие песчаные субстраты не следует использовать при создании корнеобитаемых горизонтов. Более положительный эффект можно получить применением песков в смеси с суглинками и глинами.

Красно-бурые глины обладают комплексом отрицательных водно-физических свойств и мы не рекомендуем их использование в рекультивационных слоях, т. к. по классификации Н. А. Сидельника (1960) они относятся к породам нецелесообразным. Однако, красно-бурые глины можно использовать для создания водоупорных горизонтов и оптимизации водного режима. При этом в насыпных почво-грунтах, подстилаемых красно-бурыми глинами, идёт накопление влаги в осенне-зимний период и её постепенное расхождение весной и летом. В таких условиях возможно выращивание влаголюбивых лесных или сельскохозяйственных культур.

Нецелесообразно также применение лугово-солончаковых субстратов, часто возникающих как продукт вторичного засоления почв в зонах просадки шахтных полей, у которых сухой остаток намного превышает 0,3 %, а в поглощающем комплексе преобладает натрий. Они плохо поддаются обработке, имеют пылеватую структуру, при увлажнении превращаются в тестоподобную массу, лишенную почвенного воздуха.

На рекультивируемых отвалах водоупорные свойства шахтной породы обуславливают накопление влаги в слоях насыпки и возрастание влажности почв с глубиной. Особенно возрастает влажность в нижних слоях, контактирующих с шахтной породой, весной и в первой половине лета.

Мощность рекультивационного слоя должна обеспечить оптимальный экологический объём местообитаний, при этом верхние, корнеобитаемые горизонты должны быть обеспечены запасами влаги и питательных веществ для устойчивого, прогрессивного развития растительных сообществ в течение всего вегетационного периода.

В большинстве случаев запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы больше на вариантах почво-грунтов с мощностью 1,5–2,0 м по сравнению с насыпками общей мощностью 1 м и менее. С насыпкой мощностью 120–200 см влажность менее подвержена сезонным колебаниям и её режим более оптимальный, чем на маломощных грунтах.

Созданные эдафотопы часто отличаются дефицитом увлажнения. Локальный коэффициент увлажнения (ЛКУ), определённый по методике Л. П. Травлеева (1988) достигает 0,4–0,5. Однако на плоской части отвалов с незначительным уклоном (до 2°) применение насыпки с достаточным экологогидрологическим

объёмом (выше 120 см) сдвигает градации увлажнения от сухих и суховатых к свежеватым и свежим. Здесь ЛКУ=0,9–1,0.

В условиях степной зоны Украины создание искусственных почво-грунтов общей мощностью менее 0,8 м нецелесообразно, т.к. они не имеют достаточного почвенно-гидрологического объёма для прогрессивного накопления влаги и элементов питания. Оптимальные лесорастительные условия складываются при общей мощности насыпного слоя 120–180 см, когда достигается необходимый почвенно-экологический объём; дальнейшее увеличение мощности рекультивационного слоя (до 2-х и более метров) не приводит к достоверному возращанию показателей продуктивности экспериментальных лесных культур.

Различия в мощности и составе искусственных почво-грунтов определяют и показатели биологической продуктивности на вариантах опыта. В свою очередь различна здесь и степень эдифицирующего влияния экспериментальных лесных культур. Об этом свидетельствуют микроклиматические показатели различных типов насаждений, особенности формирования подстилочного комплекса и развития живого напочвенного покрова. К настоящему времени развития биогеогоризонты насаждений имеют заниженные температуры по сравнению с безлесными участками, что препятствует проникновению под полог насаждений степных ксерофильных растений. Определен в сравнении фитомелиоративный эффект насаждений различного состава и конструкции, что позволило выявить перспективные типы лесных культур на шахтных отвалах.

С целью дифференцированной оценки созданных вариантов искусственного эдафотопы и типов лесных культур в эксперименте, наряду с приживаемостью древесных и кустарниковых растений, изучена их жизненность, динамика показателей прироста надземной фитомассы, развития подземных органов, взаимодействия их с шахтными породами.

Для инвентаризации и оценки лесорастительных условий шахтных отвалов и насыпных почво-грунтов, характерных для Западного Донбасса, мы использовали принципы типологии, разработанные А. Л. Бельгардом. Лесорастительные условия рекультивируемых земель, прежде всего, разделяются на отвалы без искусственных почво-грунтов и шахтные отвалы с нанесением почво-грунтов мощностью до 1,2–1,5 м. Отвальные породы разделяются на шахтные и поступившие с центральной обогатительной фабрики, без первоначального засоления и с засолением. Насыпные почво-грунты могут быть представлены по гранулометрическому составу песками, супесями, суглинками, глинами; по стратиграфии – однослойными, двуслойными, трёхслойными и т.д. Все горизонты мощностью 30–50 см. Каждый слой может быть без засоления и с засолением, с гумусом и без него. Для каждого типа лесорастительных условий определяется оптимальная световая структура будущего насаждения – теневая, полутеневая, полусветлённая, осветлённая, выражающая масштабы положительного среднеобразующего воздействия лесной растительности на исходную техногенную обстановку. Избранная световая структура комплектуется составом древостоя, который должен экологически наиболее соответствовать конкретным условиям местообитания. В перечне деструктивных эдафотопов даётся характеристика по увеличению увлажнения и усложнению стратиграфических особенностей, гранулометрического состава и химизма.

Средообразующее влияние лесных насаждений и прогрессивное развитие первичного почвообразования обуславливают положительную динамику лесорастительных условий на рекультивируемых отвалах.

С учётом показателей продуктивности и особенностей развития экспериментальных насаждений для рекультивации шахтных отвалов рекомендуется следующие перспективные древесные и кустарниковые растения: можжевельник виргинский, белая акация, лох узколистный, вяз перистоветвистый, тополя: Болле, чёрный, Новоберлинский, береза бородавчатая, ива белая, клён остролистный, смородина золотистая, облепиха крушиновая. При этом на лессовидном суглинке

культуры акации белой, берёзы бородавчатой и облепихи крушиновой не менее продуктивны, чем на чёрноземах. Культуры из дуба черешчатого следует создавать на средних суглинках после естественной усадки насыпных почво-грунтов. Ивы, тополя, облепиху крушиновую, березу бородавчатую целесообразно размещать в более увлажненных позициях (нижние части склонов, искусственные потускулы, берега водоёмов и др.).

В соответствии с основными разработками степного лесоведения о типах лесных культур в жестких условиях среды на шахтных отвалах следует создавать массивы из чистых культур без смешения. На участках лесной рекультивации необходимо форсировать процесс формирования и смыкания древесного полога, что создает условия для развития биологического круговорота веществ, свойственного лесным экосистемам и противостоит агрессивности сорно-степных растений.

При конструировании рекультивационного слоя отвалы из водоупорных шахтных пород формируются таким образом, что рельеф их поверхности даёт возможность механизировать все работы технического и биологического этапов рекультивации и способствует аккумуляции осенне-зимних осадков, при этом в значительной степени повышается влагообеспеченность искусственных почво-грунтов. Перекрытие отвалов предотвращает химическое и термическое выветривание и самовозгорание шахтных пород и способствует практически полной нейтрализации их отрицательного влияния на окружающую природную среду.

На экспериментально-производственных участках лесной рекультивации шахтных отвалов нами разработаны следующие варианты искусственных почво-грунтов, которые обладают высоким лесорастительным эффектом:

- 1) чернозём 0,2 м, лесс 0,6 м, песок 0,4 м;
- 2) супесь 0,2 м, чернозём 0,3 м, лесс 0,5 м, песок 0,2 м;
- 3) лесс 0,6 м, песок 0,6 м;
- 4) чернозём 0,1 м, лессовидный суглинок 0,7 м, песок 0,3–0,7 м;
- 5) песок или супесь 0,2 м, чернозём 0,4 м, лессовидный суглинок 0,4 м, песок 0,3 м;
- 6) супесь 1,2–1,5 м;
- 7) супесь 0,3 м, лессовидный суглинок 0,7 м, песок 0,4 м.

Варианты 2 и 5 представляют модели почво-грунтов с погребенными чернозёмами, которые в естественных условиях отличаются хорошим лесорастительным эффектом. Основная масса корней древесных растений обычно распространяется в горизонте 20–60 см, а в данных вариантах этот горизонт представлен наиболее плодородным субстратом. Пески на дневной поверхности превращают поверхностный сток в глубинный и из-за отсутствия капилляров удерживают в себе запасы влаги. Погребенные чернозёмы под песчаным горизонтом предохраняются от растрескивания и образования корки, обычно способствующей значительному иссушению почвы.

Отсыпку искусственных почво-грунтов целесообразно выполнять с минимальным разрывом во времени после формирования насыпных отвалов. При этом в шахтных породах прекращаются окислительные процессы, приводящие к образованию фитотоксичных соединений. Применение различных вариантов насыпных субстратов приводит к созданию своеобразных по структурно-функциональным особенностям эдафотопов. Возникшие слои резко отличаются друг от друга по своим качествам, природе, генезису, часто имеют чёткие границы между слоями, характеризуются случайными, несложившимися связями. Это качественно отличает их от генетических горизонтов естественных почв.

Суглинки, супеси, пески определяют потенциальное плодородие возникших эдафотопов. Слой песка на поверхности шахтных пород выполняет роль экрана, который препятствует капиллярному поднятию и адсорбции токсичных соединений шахтной породы вышележащими, более плодородными слоями. Насыпка чернозёма

даже при незначительной мощности улучшает условия для приживаемости лесных культур и, обладая комплексом специфических микроорганизмов, интенсифицирует почвообразовательный процесс. Супеси, нанесённые поверх чернозёма, препятствуют развитию сорной растительности и оптимизируют режим влажности насыпного слоя, облегчают обработку почв.

Созданные варианты искусственных почво-грунтов имеют значительные качественные различия с естественными эталонными почвами, нарушенными деструктивными почвами, а также друг с другом. Они отличаются от естественных почв значительной олиготрофностью. И лишь на вариантах, где имеется 20–50 см чернозёма, иногда с признаками засоления, условия трофности близки к естественным почвам.

Создание лесных сообществ в условиях явного экологического несоответствия между растительностью и средой обитания (Бельгард, 1971), может достигнуть успеха в адаптации и силватизации компонентов лишь при правильной конструкции лесных насаждений. При этом необходимо использовать типологию А. Л. Бельгарда (1971) с учётом: 1) типа лесорастительных условий; 2) типа экологической структуры; 3) типа древостоя.

На участках лесной рекультивации эти таксономические показатели являются в значительно большей степени динамичными и в то же время более управляемыми по сравнению с искусственными насаждениями степной зоны на ненарушенных землях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР / А. Л. Бельгард. – К. : Изд-во Киевского ун-та, 1950. – 263 с.

Belgard, A. L., 1950, "Forest vegetation south-east of Ukraine", Kyiv, Kiev University, 263 p.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 316 с.

Belgard, A. L., 1971, "Steppe forest science", Moscow, Forest Industry, 316 p.

Масюк Н. Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах производственной добычи полезных ископаемых / Н. Т. Масюк // Рекультивация земель. – Д., 1974. – С. 27-65.

Masuk, N. T., 1974, "Peculiarities of cultural and natural plant communities in the overburden rocks in the field of industrial mining", *Remediation*, Dnepropetrovsk, pp. 27–65.

Сидельник Н. А. Некоторые вопросы массивного лесоразведения в степи и перспективные типы лесных культур для степной зоны УССР / Н. А. Сидельник // Искусственные леса степной зоны Украины. – Х. : ХГУ, 1960. – С. 85-133.

Sidelnik, N. A., 1960, "Some problems of massive afforestation in the steppe and promising types of forest plantations for the steppe zone of the Ukrainian SSR", *Artificial forest steppe zone of Ukraine*, Kharkov, KSU, pp. 85–133.

Травлев А. П. Биологические особенности охраны лесных биогеоценозов и лесной рекультивации техногенных ландшафтов Западного Донбасса / А. П. Травлев, В. Н. Зверковский, Н. Н. Цветкова и др. // Проблемы охраны, рационального использования и рекультивации черноземов. – М. : Наука, 1989. – С. 175-207.

Travleev, A. P., Zverkovsky, V. N., Tsvetkovf, N. N., Albitskaya, M. A., Belova, N. A., 1989, "Biological features of forest ecosystems and forest reclamation of man-made landscapes of the Western Donbass", *Problems of protection, management and restoration black soil*, Moscow, Nauka, pp. 175–207.

Травлев Л. П. О локальных коэффициентах увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной Украины / Л. П. Травлев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д. : ДГУ, 1976. – Вып. 6. – С. 37-43.

Travleev, L. P., 1976, "Local factors dampening edafotop in forest ecosystems of the steppe of Ukraine", *Questions steppe of Forest and Environment*, Dnepropetrovsk, DSU, 6, pp. 37–43.

Рекомендує до друку

чл.-к. НАНУ, д-р біол. наук А. П. Травлев

Надійшла до редколегії 07.02.13

ПРОБЛЕМА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИХ МЕЛИОРАЦИИ

I. G. Dovgaluk¹, A. V. Kotovich², Cand. Sci. (Biol.)

¹State Institution "State Scientific-Research Institute of Basic Chemistry", Kharkiv,
Ukraine, e-mail: director@niochim.kharkov.ua

²O. Gonchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

SOIL SALINIZATION PROBLEM IN UKRAINE AND PROSPECTS OF WASTE SODA PRODUCTS USAGE FOR LAND RECLAMATION

In the paper the history of soil salinization study in Ukraine, as well as the contribution of individual experts in this field, the development of geography, the genesis and reclamation methods of Ukrainian saline soils are presented. The questions of placement of saline soils in Ukraine are elucidated. Particularly the areas occupied by saline soils are shown, according to various experts they are from 3403 to 4 million hectares. The geographical distribution area of solonetzic soils is presented: in the forest-steppe – Chernihiv Polesia in part, and in the steppe – mostly dry steppe.

The reclamation principles of solonetzic soils associated with efforts to reduce the level of groundwater salinization, self-reclamation using trench-plough and chemical reclamation of saline soils issues are disclosed. Separately, there are the issues related to the chemical reclamation, as well as the currency of such activities in connection with the potential to carry out reclamation using artificial chemical ameliorators being wastes of industrial production of caustic soda.

It is noted that the amount of gypsum, which is necessary to remove the active sodium, is a calculated value and determined by an equivalent amount of exchangeable sodium which must be pushed out of the soil in a particular absorbing complex reclaimed soil layer. In this connection predictive estimate of the amount of gypsum, which is necessary for reclamation activities on a national scale, is a great scientific and practical interest. A preliminary assessment of saline soils necessity in the chemical ameliorators using data on the area of saline soils in Ukraine is received.

It is calculated that the area requiring gypsum is about 2,320 hectares. Recalculating that figure by the average application rate per unit area of – 5 t/ha, we get rough estimate of saline soils in artificial ameliorators – 11,600 tons (estimated content of exchange sodium in the soil layer 0–30 cm and volume weight of solonetzic soil horizons on the average is 2). It is noted that the radical improvement of saline soils in each case must take into account the degree of alkalinity of the soil profile, depth of carbonate, gypsum and saline horizons, as well as other factors that determine the nature of the required reclamation and agrotechnical activities. For the purposes of chemical reclamation of saline soils along with gypsum the calcium carbonate (CaCO_3) may be used and other calcium-containing materials. One of these ameliorators is lime sludge, which is a waste of soda production of some enterprises of Ukraine (Sloviansk Soda Factory, PC "Lysychansk Soda" and "Crimean Soda Factory"), which contains in its composition calcium and magnesium carbonates.

Application of sludge in saline soil has a positive impact on their physicochemical, physical and hydro-physical properties, which is associated with changes in soil cation-exchange properties. It is established that the content of exchangeable Ca and Mg in the second year after the application of sludge in combination with organic fertilizer at 5 t/ha, in alkaline soil layer 0–40 cm, increases: Ca – from 13.8 to 17.5, and Mg – from 1.7 to 2.5 mg-eq/100 g soil. In this case, there is a decrease of

hydrolytic acidity of soils with 2,1–1,6 up to 3,6–3,8 mg-eq/100 g (in the layer 25–40 cm) in the second year after ameliorator application. Water and salt pH changes are observed. Thus, the application of sludge in a dark grey podzolized soil causes an increase in the salt pH of the soil solution in the first year after the introduction from 5.3–5.6 to 5.8–6.1.

The question of sludge influence on the level of crop yield is examined. It is shown that with the introduction of sludge in various quantities and combinations, increase winter wheat yield is 3.0–3.8 c/ha, barley 3,0–4,7 c/ha, maize 8,1–10,2 c/ha, peas up to 4.4 c/ha, oats 4.2–4.6 c/ha. Most responsive to the introduction of the sludge is fodder beet, there is an increase in yield to 42–100 c/ha. Application of sludge in combination with organic fertilizers increases the efficiency to 10–12 %.

Key words: chemical reclamation of saline soils, chemical ameliorators, cation-exchange capacity of soils, the level of crop yield.

И. Г. Довгалюк¹, А. В. Котович², канд. биол. наук

¹*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский и проектный институт основной химии», г. Харьков, Украина,
e-mail: director@niochim.kharkov.ua*

²*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
г. Днепропетровск, Украина*

ПРОБЛЕМА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ УКРАИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИХ МЕЛИОРАЦИИ

Освещены вопросы размещения засоленных почв в Украине, рассмотрены основные способы их мелиорации, отдельно представлены принципы химической мелиорации почв. Определены объемы химических мелиорантов, которые необходимы для проведения мелиоративных мероприятий в засушливых областях Украины. Показано влияние химического мелиоранта на некоторые химические свойства засоленных почв, а также урожайность основных сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: химическая мелиорация засоленных почв, химические мелиоранты, катионообменная способность почв, урожайность сельскохозяйственных культур.

І. Г. Довгалюк¹, О. В. Котович², канд. біол. наук

¹*Державна установа «Державний науково-дослідний і проектний інститут
основної хімії», м. Харків, Україна, e-mail: director@niochim.kharkov.ua*

²*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
м. Дніпропетровськ, Україна*

ПРОБЛЕМА ЗАСОЛЕННИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА СОДИ ДЛЯ ЇХ МЕЛІОРАЦІЇ

Висвітлено питання розповсюдження засоленних ґрунтів в Україні, розглянуто основні засоби їх меліорації, окремо показано принципи хімічної меліорації ґрунтів. Визначено об'єми хімічних меліорантів, які потрібні при проведенні меліоративних заходів у посушливих регіонах України. Показано вплив хімічного меліоранта на деякі хімічні властивості засоленних ґрунтів, а також на урожайність основних сільськогосподарських культур.

Ключові слова: хімічна меліорація засоленних ґрунтів, хімічні меліоранти, катіонообмінна здатність ґрунтів, урожайність сільськогосподарських культур.

Современный этап развития рынка сельскохозяйственных продуктов требует введения в сельхозпроизводство передовых технологий, а также новых посевных площадей. Одним из потенциальных резервов земельных ресурсов, можно считать засоленные почвы, используемые ныне под непродуктивные сенокосы и пастбища.

В земельном фонде Украины солонцы и солонцеватые почвы занимают общую площадь около 4 млн. га, в том числе пахотные земли – 2,7 млн. га. Солонцовые почвы распространены в основном в двух почвенно-климатических зонах – в лесостепи (частично Черниговское Полесье) и в степи (преимущественно сухая степь) (Примак, 2010).

По данным других авторов (Новикова, 2009), общая площадь солонцовых почв в Украине несколько меньше и составляет 3403,4 тыс. га, из них пахотных – 2148,4 тыс. га., при этом в общей площади земель Украины солонцовые почвы занимают 7,7, а пахотные солонцовые почвы – 6,8 %.

Использование солонцов в сельскохозяйственном производстве, без их предварительного коренного улучшения и последующей оценки агроэкологических последствий, невозможно. К настоящему времени по этому вопросу проведены многочисленные исследования и опубликована весьма обширная научная литература.

Изучением географии, генезиса и приемов мелиорации засоленных почв Украины занимались сотрудники многих научных и учебных заведений, но наиболее систематически велись эти работы в Украинском НИИ земледелия (Г. Н. Самбур), Харьковском сельскохозяйственном институте (А. Н. Соколовский, А. М. Можейко, А. М. Гринченко, Г. С. Гринь и др.), Институте кукурузы (ныне институт зернового хозяйства – прим. авторов), (С. П. Семенова-Забродина, Н. М. Лаврентьев, Ю. Е. Кизяков), Крымском филиале АН СССР (А. В. Новикова), а после его закрытия – в Украинском НИИ почвоведения и агрохимии. При этом одним из результатов коллективного труда ученых стала составленная карта типов засоления почв Украины (*рисунок*) (Новикова, 2009).

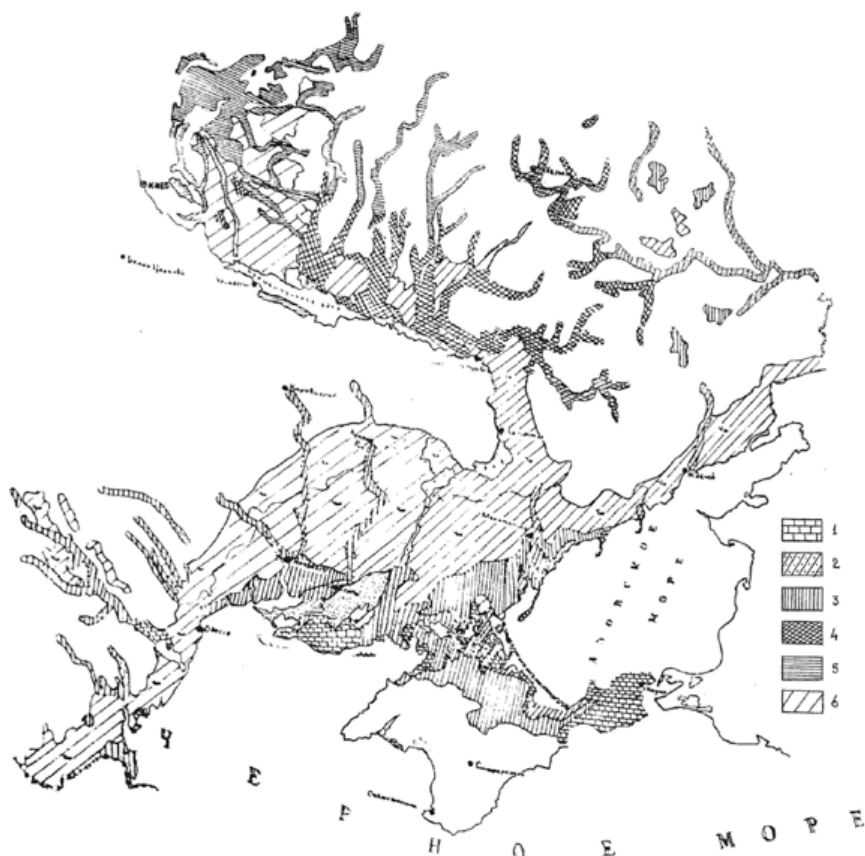
Принцип мелиорации солонцовых почв заключается в устранении из корнеобитаемых горизонтов вредного количества поглощенного натрия, что в итоге должно привести к снижению дисперсности твердой фазы, улучшению физических свойств почвы и созданию полноценного пахотного слоя. Основными мерами, направленными на рассоление почв являются – снижение уровня грунтовых вод (ниже критического), промывка, химическая мелиорация, плантажная вспашка и др. Чаще всего требуется проведение комплекса мелиоративных мероприятий, так как использование одного отдельного вида мелиорации может привести к негативным последствиям. Так, например, промывка почвы с неглубоким залеганием грунтовых вод, без дренажа, вызовет еще большее засоление, так как не будет обеспечен вынос легкорастворимых солей в глубокие почвенные горизонты.

Не останавливаясь на вопросах мелиорации засоленных почв в целом, мы считаем необходимым коснуться проблемы химической мелиорации почв, в связи с несомненной эффективностью этого метода в комплексе с искусственной или естественной промывкой почвы в весенне-осенний период. Актуальность этого вопроса также обусловлена необходимостью утилизации отходов содового производства, которые могут быть использованы для химической мелиорации засоленных почв.

Одним из наиболее эффективных химических мелиорантов является гипс, а сам процесс такой мелиорации называется гипсованием. Образующаяся в результате гипсования почв глауберова соль (Na_2SO_4) при последующей промывке атмосферными осадками или водами орошения (при наличии эффективного дренажа) удаляется и почва, таким образом, освобождается от натрия.

Количество гипса, которое необходимо для удаления активного натрия, является расчетной величиной и определяется по эквивалентному количеству обменного натрия, которое необходимо вытеснить из почвенного поглощающего комплекса в определенном слое мелиорируемой почвы. В этой связи представляет большой научный и практический интерес прогнозная оценка того количества гипса, которое необходимо для проведения мелиоративных мероприятий.

Оценку предварительной потребности в химических мелиорантах можно получить, используя данные о площади засоленных почв в Украине (таблица) согласно расчетам института «Укрземпроект» и опубликованных в работе (Новикова, 1969). К сказанному следует добавить, что процесс формирования почвенного профиля и миграция в нем солей, происходит в течении длительного времени, поэтому результаты полученные в семидесятых годах прошлого века не утратили своей актуальности и в настоящее время.



Условные обозначения.

Химизм засоленных почв в пределах первого и второго метров: 1 – преимущественно хлоридный в пределах первого метра; 2 – преимущественно сульфатный в пределах первого метра; 3 – преимущественно сульфатный в пределах первого метра; 4 – преимущественно хлоридный или сульфатный с участием воды; 5 – преимущественно содовый; 6 – потенциально засоленные почвы без разделения по химизму.

Карта типов засоления почв Украины из «Карты типов засоления почв Европейской части СССР» (1973)

(Авторы-составители по регионам Украины Г. С. Гринь, А. В. Новикова.
Ответственные редакторы В. В. Егоров и Н. Н. Базилевич) (Новикова, 2009)

Из приведенных данных видно, что наибольшие площади засоленных почв находятся в регионах Украины, расположенных в степной зоне. Тут «лидерами» являются Херсонская область и Автономная республика Крым. Несколько меньшую площадь занимают солончаки и солонцы Запорожской и Николаевской области. Большой части засоленных земель требуется внесение гипса – в зависимости от

степени засоленности в количестве от 1,5 до 7–8 т/га. Территории с глубоким залеганием грунтовых вод (≤ 10 м), куда входят три района, расположенные в Присивашье, требуют проведения самомелиорации с применением плантажной вспашки (Новикова, 2009).

Какая площадь потенциально требует проведения химической мелиорации с внесением гипса извне? Если принять во внимание почвы только степных регионов с присутствием содового засоления, то территория, требующая гипсования составит 2320 тыс. га. Пересчитав указанную цифру на среднюю норму внесения гипса на единицу площади – 5 т/га, получаем 11600 тыс. т. (из расчета содержания обменного натрия в слое почвы 0–30 см и объемном весе почв солонцовых горизонтов соответствующем 2).

Безусловно, искусственное внесение гипса в степные солонцы, необходимо только в тех местах, где карбонатные и гипсоносные горизонты залегают очень глубоко и не могут при глубокой обработке (плантажной вспашке), быть вовлечены в мелиорируемый слой. Поэтому коренное улучшение солонцов в каждом конкретном случае должно проводиться с учетом степени солонцеватости всего почвенного профиля, глубины залегания карбонатного, гипсоносного и засоленного горизонтов, а также других показателей, определяющих характер необходимых мелиоративных и агротехнических мероприятий.

Площади солонцовых почв, приуроченных к областям Украины*

Области	Площадь солонцовых почв, тыс. га	Процент от площади солонцовых почв	Площадь пахотных солонцовых почв, тыс. га	Процент от площади пахотных солонцовых почв, тыс. га
Лесостепь				
Киевская	43,9	1,29	17,4	0,81
Полтавская	176,7	5,19	54,0	2,51
Сумская	131,4	3,86	59,1	2,75
Харьковская	116,4	3,42	31,8	1,48
Черкасская	16,7	0,49	10,4	0,48
Черниговская	236,6	6,95	118,1	5,5
Степь				
Кировоградская	3,7	0,11	1,3	0,06
Днепропетровская	182,3	5,36	78,7	3,56
Запорожская	340,2	10,0	270,9	12,61
Донецкая	106,3	3,12	47,5	2,21
АР Крым	639,7	18,8	395,4	18,4
Луганская	87,1	2,56	29,0	1,35
Николаевская	318,8	9,37	242,3	11,28
Одесская	149,1	4,38	85,2	3,97
Херсонская	853,4	25,07	706,4	32,88
Всего	3403,4	100,03	2148,4	99,9

* Согласно данным института «Укрземпроект», 1967 г.

Несмотря на эффективность гипса, как химического мелиоранта, он является довольно дорогостоящим продуктом, поэтому целесообразность его применения является не всегда оправданной и экономически приемлемой. Для целей химической мелиорации солонцов наряду с гипсом также могут применяться углекислый кальций (CaCO_3) и иные кальцийсодержащие вещества. Одним из подобных мелиорантов, можно считать известковый шлам, являющийся отходом содового производства ряда предприятий Украины (Славянский содовый завод, ОАО «Лисичанская Сода» и

«Крымский содовый завод»), содержащий в своем составе карбонаты кальция и магния.

Если два первых упомянутых предприятия на сегодняшний день являются неработающими, то «Крымский содовый завод» продолжает выпускать продукцию, отходами которой является дистиллерная суспензия, образующаяся в количестве 8–10 м³ на 1 т кальцинированной соды (Михайлова, 2010).

«Крымский содовый завод», для отвода, аккумуляции и испарения возвратных вод содового производства использует бессточные соленые озера Перекопской группы – Красное, Киятское и Кирлеутское. Уровень заполнения озера Красное достиг предельной отметки, что может повлечь за собой попадание на прилегающую территорию жидкой фазы которая по некоторым данным (Зозуля, 2000) содержит до 220–230 г/дм³ растворенных солей.

Одним из способов решения сложившейся проблемы утилизации отходов содового производства, является их переработка и получение из них искусственных мелиорантов, которые можно использовать для мелиорации засоленных земель. В настоящее время существуют разработки отечественных специалистов, связанные с технологией переработки отходов содового производства, опубликованные в работах (Манойло, 2010; Михайлова, 2010 и др.). Результаты исследований специализированного сельскохозяйственного института свидетельствуют, что мелиорант, полученный из отходов производства кальцинированной соды (вторичных карбонатных продуктов), по собственной эффективности не только не уступает известковой пыли, дефекату, гипсу, мелу, но и часто превышает их по качеству. Так, содержание гипотетических солей согласно данным (Манойло, 2010) имеет следующий вид: CaCO₃ и MgCO₃ до 65 %; CaCl₂ – 12 %; NaCl – 14 %; CaO – 9 %. При этом установлено, что при добавлениях мела с целью снижения общего количества хлоридов в шламах, содержание CaCO₃ увеличивается до 85 %, а количество CaCl₂ уменьшается до 2,7 % (Разработать ..., 1974).

Внесение шламов в засоленные почвы положительно сказывается на их физико-химических, физических и водно-физических свойствах. Прежде всего, это связано с изменениями катионообменных свойств почв. Установлено, что содержание обменных Ca и Mg, на второй год после внесения шламов в комплексе с органическими удобрениями в количестве 5 т/га, в слое солонцовых почв 0–40 см, увеличивается: Ca – с 13,8 до 17,5; а Mg – с 1,7 до 2,5 мг-экв/100 г почвы. При этом наблюдается снижение гидролитической кислотности почв с 3,6–3,8 до 2,1–1,6 мг-экв/100 г (в слое 25–40 см) на второй год после внесения мелиоранта. Отмечается изменение pH, как водного так и солевого. Так, внесение шлама в темно-серую оподзоленную почву вызывает повышение солевого pH почвенного раствора уже в первый год после его внесения с 5,3–5,6 до 5,8–6,1. Вместе с тем, увеличения общего содержания хлоридов кальция и натрия в почвенном растворе, несмотря на то, что суммарная их величина в общем объеме вносимого мелиоранта достигает 26 %, не происходит, что обусловлено их нисходящей миграцией по почвенному профилю под влиянием атмосферных осадков (Разработать ..., 1974; Рекомендации ..., 1981).

Можно предполагать, что увеличение обменных Ca и Mg влияет на структуру и водопрочность почвенных агрегатов, что несомненно положительно сказывается на их фильтрационных свойствах.

Отдельного внимания заслуживает вопрос влияния шламов на урожайность сельскохозяйственных культур. Показано, что при внесении шламов, в различных количествах и комбинациях, прибавка урожайности озимой пшеницы составляет 3,0–3,8 ц/га, ячменя 3,0–4,7 ц/га, кукурузы 8,1–10,2 ц/га, гороха до 4,4 ц/га, овса 4,2–4,6 ц/га. Наиболее отзывчивой, на внесения шлама, является кормовая свекла, при этом отмечается увеличение урожайности до 42–100 ц/га. Применение шламов в

комплексе с органическими удобрениями повышает эффективность до 10–12 % (Разработать ..., 1974; Рекомендации ..., 1981).

Вместе с тем на сегодняшний день остается ряд невыясненных вопросов, связанных с применением шламов. В частности, представляет большой научный и практический интерес изменение структуры почвенных агрегатов и фильтрационные свойства почв в различные периоды действия и последствий внесения мелиоранта. Детальная характеристика миграции и аккумуляции водорастворимых макроэлементов в почвенном профиле, а также некоторые другие вопросы теоретического и практического характера, связанные с изменениями физических и водно-физических свойств почв.

ВЫВОДЫ

1. К настоящему времени в проведении химической мелиорации нуждается 2320 тыс. га земель разной степени засоленности.
2. Предварительное количество химического мелиоранта, которое необходимо для мелиорации засоленных земель, составляет 11600 тыс. тонн.
3. К настоящему времени имеются отечественные технологии, позволяющие получать из отходов содового производства искусственный мелиорант.
4. Установлено, что искусственный мелиорант, получаемый из отходов производства кальцинированной соды, не уступает по эффективности известковой пыли, дефекату, мелу и гипсу.
5. Внесение искусственного мелиоранта в засоленные почвы изменяет их катионообменные свойства: в почвенно-поглощательном комплексе увеличивается содержание обменных кальция и магния; снижается гидролитическая кислотность; увеличивается рН почвенного раствора, как водного, так и солевого.
6. В результате внесения мелиоранта в различных комбинациях с органическими удобрениями отмечается увеличение урожайности сельскохозяйственных культур. Наиболее отзывчивой при использовании мелиоранта сельскохозяйственной культурой является кормовая свекла, дающая прибавку в урожай до 100 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Антипов-Каратаев И. Н.** Вопросы происхождения и географического распределения солонцов СССР / И. Н. Антипов-Каратаев // Мелиорация солонцов в СССР. – М. : Изд-во АН СССР, 1953. – С. 11–266.
- Antipov-Karataev, I. N., 1953, "The origin and geographical distribution of salt licks USSR", *Reclamation of salt licks in the USSR*, Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, pp. 11–266.
- Балюк С. А.** Використання солонцевих ґрунтів України / С. А. Балюк, Г. В. Новікова, Н. Ю. Гаврилович // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 10. – С. 12–15.
- Baluk, S. A., Novikov, G. V., Gavrilovich, N. Yu., 2001, "Use salt soils of Ukraine", *Bulletin of Agricultural Science*, no. 10, pp. 12–15.
- Ерхов Н. С.** Мелиорация земель / Н. С. Ерхов, Н. И. Ильин, В. С. Мисенев. – М. : Агропромиздат, 1991. – 319 с.
- Erkhov, N. S., Ilyin, N. I., Misenev, V. S., 1991, "Land reclamation", Moscow, Agropromizdat, 319 p.
- Зозуля А. Ф.** Исследование свойств шламов содовых производств и возможные пути их утилизации / А. Ф. Зозуля, А. М. Искендеров, И. Г. Валеев // Хімічна промисловість України. – 2000. – № 5. – С. 3–5.
- Zozulja, A. F., Iskenderov, A. M., Valais, I. G., 2000, "Investigation of the properties of soda sludge production and possible recycling", *Chemical industry of Ukraine*, no. 5, pp. 3–5.
- Манойло Е. В.** Применение отходов содового производства / Е. В. Манойло, Ю. А. Манойло, В. Ф. Моисеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 6/6 (48). – С. 13–17.

Manoilo, E. V., Manoilo, Y. A., Moiseev, V. F., 2010, "Application of waste soda production", *East European Journal of advanced technology*, no. 6/6 (48), pp. 13–17.

Михайлова Е. А. Производственные отходы содовых предприятий и возможные пути их утилизации / Е. А. Михайлова, А. Я. Лобойко, И. В. Багрова, В. А. Панасенко // Вісн. НТУ «ХПІ». – Х. : НТУ «ХПІ», 2010. – № 11. – С. 78-83.

Mikhailova, E. A., Loboiko, A. Ya., Bagrova, I. V., 2010, "Production waste soda companies and possible recycling", *News of NTU "HPI"*, Kharkov, NTU "HPI", no. 11, pp. 78–83.

Новикова А. В. Исследования засоленных и солонцовых почв / А. В. Новикова. – Х. : Институт почвоведения и агрохимии имени А. Н. Соколовского, 2009. – 743 с.

Novikova, A. V., 2009, "Studies of saline and alkaline soils", Kharkov, Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the A. N. Sokolovsky, 743 p.

Новикова А. В. О путях мелиорации солонцовых почв Украины / А. В. Новикова // Пути повышения плодородия почв. – К. : Урожай, 1969. – С. 221-235.

Novikova, A. V., 1969, "Ways reclamation of alkaline soils of Ukraine", *Ways to improve soil fertility*, Kyiv, Vintage, pp. 221–235.

Панов Н. П. Рекомендации по мелиорации солонцовых земель / Н. П. Панов. – М. : Колос, 1983. – 46 с.

Panov, N. P., 1983, "Recommendations for reclamation of alkaline earths", Moscow, Kolos, 46 p.

Примак І. Д. Екологічні проблеми землеробства / І. Д. Примак, Ю. П. Манько, Н. М. Рідей та ін., за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.

Primak, I. D., Manko, J. P., Ridey, N. M., 2010, "Ecological Problems of Agriculture", Kyiv, Center of literature, 456 p.

Рекомендации по повышению плодородия почв солонцового комплекса юга Украины. – К. : УкрНИИГиМ, 1980. – 18 с.

"Recommendations for improving soil fertility solonetzic complex south of Ukraine", 1980, Kyiv, UkrNIIGiM, 18 p.

Рекомендации по использованию известковых шламов содового производства для химической мелиорации кислых и солонцовых почв / Харьковский ордена трудового красного знамени сельскохозяйственный институт им. В. В. Докучаева, 1981. – 35 с.

"Recommendations for the use of soda lime sludge production for chemical reclamation of acidic and alkaline soils", 1981, Kharkiv Red Banner of Labor Agricultural Institute of Dokuchaev, 35 p.

Разработать способы использования и захоронения твердых отходов «белых морей» производства кальцинированной соды / Харьковский ордена трудового красного знамени сельскохозяйственный институт им. В. В. Докучаева // Научно-технический отчет. – 1974. – 151 с.

"Develop ways to use and disposal of solid waste «White Sea» production of soda ash", 1974, Kharkiv Red Banner of Labor Agricultural Institute of Dokuchaev, Scientific and Technical Report, 151 p.

Рекомендує до друку
ак. НААНУ, д-р с.-г. наук С. А. Балюк

Надійшла до редколегії 12.02.13

**В. А. Горбань¹, канд. биол. наук,
З. А. Малакей², канд. техн. наук**

¹*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
г. Днепропетровск, Украина*

²*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский
и проектный институт основной химии», г. Харьков, Украина,
e-mail: soda@niochim.kharkov.ua*

РОЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

**V. A. Gorban¹, Cand. Sci. (Biol.),
Z. A. Malakei², Cand. Sci. (Tech.)**

¹*O. Gonchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine*

²*State Institution "State Scientific-Research Institute of Basic Chemistry", Kharkiv,
Ukraine, e-mail: soda@niochim.kharkov.ua*

THE ROLE OF PHYSICO-CHEMICAL AND PHYSICAL RESEARCH BY FOREST RE-CULTIVATION IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

The most relevant area of rehabilitation of the steppe zone is forestry, by which environmentally dangerous areas are planted with sylvula. Artificial forest through its environment transformation has a positive impact on the steppe conditions: increases humidity, decreases wind speed, protects the soil from erosion, etc.

However, it should be noted that the establishment of forest in steppe zone is an activity associated with certain difficulties, even on the fertile black soils. Other great difficulties are encountered in the forest breeding in disturbed or heavily modified by industry areas, including the production of soda. This is due to the transformation properties of the substrate, particularly its physicochemical and physical characteristics, in the process of industrial land use. That must be taken into account in forest recultivation.

The main physicochemical and physical parameters of the substrates, which may limit or completely exclude the success of forest restoration:

- actual acidity, the definition of which is necessary for a variety of purposes, primarily for the selection of plants, because some of them stand a high value of pH, others – low. Tree species are characterized by a high resistance to acidity compared with crops. At a pH value of H₂O soils divided into strong-acid (3–4), acid (4–5), weakly acid (5–6), neutral (7) alkaline (7–8) and strong-alkaline.
- the content of water-soluble salts, the excess of which in the soil inhibits the growth of plants. Toxicity of salts depends on the concentration and composition of salts and plant species. The most harmful are aluminum sulphate, soda and potash. Consequently, it is necessary to determine not only the total amount of soluble salts, but also their composition. However, the composition should be determined only if the salt is more than 0.15 %. This value is taken for the fact that many plants stand the concentration of salt sulphates 0.2–0.3 %, and chlorides – 0.1 %.
- the content of humus, the most valuable part of the soil, which causes the water-stable structure, affecting its many physical, physicochemical and biological properties. Also humus contains more than 3 % of N, 2–2.5 % of P₂O₅; 1.5–2 % of K₂O, microelements. In the decomposition of humus all the elements are liberated and become available to plants.
- texture of soil, which often plays a decisive role in the formation of artificial plantations. Substrates with a high content of physical clay give large amounts of bound moisture which is inaccessible to the plants. In the substrates with a high content of physical sand the moisture migrates rapidly into the lower layers, and often becomes inaccessible to the plants. On this basis, the most favorable for plant growth substrates are sandy-loam and loamy granulometric composition.

Thus, in the steppe zone of Ukraine forest recultivation of disturbed land is one of the most relevant methods for conservation and restoration of soil cover.

The most important physicochemical parameters that need to be investigated in forest rehabilitation of territories with waste soda production contamination are the actual acidity, the presence of water-soluble salts, humus content, the degree of gleization, fractional composition of the silty fraction.

The most important physical parameters that define the ability of forest recultivation are mechanical (grain-size) composition, hardness and water-physical properties.

Key words: forest recultivation, soda production, steppe zone.

**В. А. Горбань¹, канд. биол. наук,
З. А. Малакей², канд. техн. наук**

¹*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
г. Днепропетровск, Украина*

²*Государственное учреждение «Государственный научно-исследовательский
и проектный институт основной химии», г. Харьков, Украина,
e-mail: soda@niochim.kharkov.ua*

РОЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Наиболее актуальным направлением рекультивации для степной зоны является лесохозяйственное, в результате которого опасные для окружающей среды территории засаживаются лесными культурами. Искусственный лес вследствие своего средообразующего значения оказывает положительное влияние на окружающую степную обстановку: увеличивает влажность воздуха, снижает скорость ветра, защищает почву от эрозии и т.д.

Наиболее важными физико-химическими показателями, которые необходимо исследовать при лесной рекультивации территорий, загрязненных отходами содового производства, являются актуальная кислотность, наличие воднорастворимых солей, содержание гумуса, степень оглеения, фракционный состав илстой фракции. Наиболее важными физическими показателями, которые определяют возможность проведения лесной рекультивации, являются механический (гранулометрический) состав, твердость и водно-физические свойства.

Ключевые слова: лесная рекультивация, содовое производство, степная зона.

**В. А. Горбань¹, канд. біол. наук,
З. А. Малакей², канд. техн. наук**

¹*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
м. Дніпропетровськ, Україна*

²*Державна установа «Державний науково-дослідний і проектний інститут
основної хімії», м. Харків, Україна, e-mail: soda@niochim.kharkov.ua*

РОЛЬ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ТА ФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ЛІСОВІЙ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Найбільш актуальним напрямком рекультивації для степової зони є лісогосподарський, в результаті якого небезпечні для навколишнього середовища території засаджуються лісовими культурами. Штучний ліс внаслідок свого середовищеперетворюючого значення позитивно впливає на навколишнє степове середовище: збільшує вологість повітря, знижує швидкість вітру, захищає ґрунт від ерозії і т.д.

Найбільш важливими фізико-хімічними показниками, які необхідно досліджувати при лісовій рекультивації територій, забруднених відходами содового виробництва, є актуальна кислотність, наявність водорозчинних солей, вміст гумусу, ступінь оглеєння, фракційний

склад мулистій фракції. Найбільш важливими фізичними показниками, які визначають можливість проведення лісової рекультивациі, є механічний (гранулометричний) склад, твердість і водно-фізичні властивості.

Ключові слова: лісова рекультивациа, содове виробництво, степова зона.

Как известно, термин рекультивация употребляется в разном значении. Некоторые исследователи под рекультивацией понимают: 1) восстановление земель, нарушенных промышленностью, при помощи различных мероприятий с целью возврата их в сельское, лесное хозяйство в пригодном для эффективного использования виде; 2) процесс восстановления ландшафта, территории, региона; 3) мероприятия по восстановлению земель и оптимизации ландшафта (Методические рекомендации..., 1977).

Различают следующие направления рекультивации нарушенных земель в зависимости от последующего использования: 1) сельскохозяйственное – под пашню, луга, пастбища, многолетние насаждения; 2) лесохозяйственное – лесопосадки эксплуатационного и специального назначения; 3) водохозяйственное – водоемы различного назначения; 4) рекреационное – парки, спортивные бассейны, пляжи и др.; 5) архитектурно-планировочное – лесонасаждения, посевы луговых трав (газоны) и др. (Федосеева, 1977).

По пригодности к рекультивации обычно выделяют три большие группы грунтов (по Етеревской, 1989):

- субстраты пригодные и потенциально плодородные (по наличию элементов питания) – лёссовые породы, незаселенные породы суглинистого гранулометрического состава;
- субстраты малопригодные – песчаные и глинистые породы, породы, содержащие легкорастворимые соли, гипс, карбонаты кальция;
- субстраты непригодные по химическим свойствам, с вредными агрессивными свойствами – хемогенные породы (группы сульфидсодержащих и сильнозасоленных пород) и непригодные по физическим свойствам – скальные породы и конгломераты.

В Украине, как и в России, в настоящее время предложено несколько технологий рекультивации, направленных не только на восстановление сельскохозяйственных угодий и элементов природы, но и на поддержание почвенных экологических функций. Применяются в основном два способа рекультивации. Первый способ – проведение многолетних фитомелиораций со внесением органических добавок и минеральных удобрений. Второй способ – нанесение на потенциально плодородные грунты плодородного слоя почвы с последующими фитомелиорациями, внесением органических и минеральных удобрений (Герасимова, 2003).

Биологическая рекультивация почв посредством возделывания многолетних трав широко используется не только в Украине и России, но и за рубежом (Ивлев, 2002; Герасимова, 2003; Рекультивация ..., 2010). Так, в Болгарии, Румынии, Венгрии, Польше, Китае основное внимание уделяется созданию сельскохозяйственных угодий путем внесения больших доз органических веществ с подсевом почвоулучшающих трав. В Венгрии распространены методы ускоренной комбинированной технической и биологической рекультивации. При воссоздании почвы применяется биоактивный органический препарат, который в комплексе с минеральными удобрениями, микро- и макроэлементами заменяет гумус. В Германии при возделывании многолетних бобовых культур используют внесение извести как химического мелиоранта. В Англии широко применяется создание на рекультивированных землях сенокосно-пастбищных угодий в сочетании с посадкой деревьев (Андроханов, 2000; Bian, 2010).

Наиболее актуальным направлением рекультивации для степной зоны является лесохозяйственное, в результате которого опасные для окружающей среды территории засаживаются лесными культурами. Искусственный лес вследствие своего средообразующего значения (Высоцкий, 1960; Бельгард, 1971; Грицан, 2000) оказывает положительное влияние на окружающую степную обстановку: увеличивает влажность воздуха, снижает скорость ветра, защищает почву от эрозии и т.д.

Однако необходимо отметить, что создание леса в степной зоне является мероприятием, связанным с определенными трудностями, даже на плодородных черноземных почвах. Еще с большими трудностями приходится сталкиваться при разведении леса на территориях, нарушенных или сильно измененных промышленностью, в том числе при содовом производстве. Это связано с преобразованием свойств субстрата, прежде всего его физико-химических и физических свойств, в процессе промышленного использования территорий, что необходимо учитывать при лесной рекультивации (Травлеев, 1988).

Рассмотрим основные физико-химические и физические параметры субстратов, которые могут ограничивать или полностью исключать успех лесной рекультивации.

Определение значения актуальной кислотности ($pH\ H_2O$) необходимо для разных целей, и прежде всего для подбора растений, так как одни из них переносят высокое значение pH , другие – низкое. Древесные породы характеризуются более высокой устойчивостью к кислотности, чем сельскохозяйственные культуры. По литературным данным известно, что тополь рос при pH меньше 3,0.

По величине $pH\ H_2O$ почвы разделяются на сильнокислые (3–4), кислые (4–5), слабокислые (5–6), нейтральные (7), щелочные (7–8) и сильнощелочные. Определение кислотности производится для выяснения необходимости известкования пород. Если $pH\ H_2O$ менее 5, то в породе следует ожидать появления подвижного алюминия. Количество его более 15 мг/100 г является токсичной концентрацией, а 10 мг/100 г – угнетающей, правда не для всех растений. Если $pH\ H_2O$ больше 5,5, то подвижного алюминия в растворе не будет. Определять $pH\ H_2O$ следует потенциометрически; использовать индикаторную бумагу можно только для определения прозрачного раствора, но не для суспензии. Для отдельного определения кислотности и подвижного алюминия получают вытяжку с помощью раствора 1 н KCl и делают анализ по А. В. Соколову. В карбонатных породах и лессах кислотность и Al определять не следует.

В южно-таежной зоне почвы могут иметь слабокислую, кислую и сильнокислую реакцию, в лесостепной и степной зонах – нейтральную, слабокислую и щелочную, но могут быть исключения. Черноземы на лессе имеют щелочную реакцию из-за присутствия карбонатов кальция. Углекислый натрий и калий имеют сильнощелочную реакцию ($pH\ H_2O\ 9,0$), поэтому, если объекты содержат карбонаты, необходимо обратить внимание на отсутствие солей одновалентных катионов и величину pH , так как лишь немногие растения выносят сильнощелочную реакцию.

Породы, содержащие пирит, после его окисления приобретают сильнокислую реакцию ($pH = 2-3$). Такие породы встречаются в угольных, фосфоритных и железорудных карьерах; до окисления на воздухе они могут иметь слабокислую и даже нейтральную реакцию.

Избыток солей в породах и почвах подавляет рост растений, поэтому следует определять растворимые в воде соли. Токсичность солей зависит от концентрации, состава солей и вида растений. Наиболее вредными являются сульфаты алюминия, сода и поташ. Следовательно, необходимо определять не только общее количество растворимых солей, но и их состав. Однако состав надо определять лишь в том случае, если солей больше 0,15 %. Такая величина взята потому, что многие растения выдерживают концентрацию сульфатов солей 0,2–0,3%, а хлоридов – 0,1%.

О наличии соды можно судить по щелочности, если $pH\ H_2O\ 9,0$, то это

указывает на ее присутствие. Определение поглощенного натрия необходимо только в тех почвах и породах, которые имеют признаки физической солонцеватости. Такие объекты встречаются в лесостепной и степной зонах. Не следует путать солонцы с солончаками, так как последние содержат растворимые соли, а первые их не имеют или содержат в нижних горизонтах.

Гумус определяют по И. В. Тюрину, но надо иметь в виду, что если в породе присутствуют в значительном количестве хлориды и марганец, то метод Тюрина дает несколько преувеличенные данные. Гумус – наиболее ценная часть почвы, так как он обуславливает водопрочную структуру, которая влияет на его многие физические, физико-химические и биологические свойства. Кроме того в гумусе содержится более 3 % N, 2–2,5 % P_2O_5 ; 1,5–2 % K_2O , микроэлементы. При разложении гумуса все элементы освобождаются и становятся доступными растениям.

Опыт последних лет показал, что можно получить высокий урожай без нанесения гумусового слоя, что значительно снижает затраты средств.

Для объективной оценки требуется анализ не только состава, но и свойств веществ, в частности степени пептизации и твердости при высыхании. Захороненное органическое вещество может иметь иногда сходный с современным гумусом состав, но из-за давления и влажности древний гумус изменен и структура породы разрушена.

Между минералами и органическим веществом благодаря адсорбции (адгезии) образуется связь. Количество поглощенных гуматов составляет, в зависимости от минерала, 1 % и меньше. Следующие за адсорбированным слоем органические молекулы связываются когезионно (силами взаимной поляризации). Давление способствует повышению прочности этой связи. Если пленка гумуса покрывает минералы, то последние защищены от разрушения и превращений. По-особому ведет себя гипс, кальций которого образует гуматы. По мере растворения гипса увеличивается образование гуматов кальция, которые коагулируют и переходят в осадок. Этот факт является теоретическим обоснованием гипсования пород с целью накопления гумуса и подробно обсужден в литературе (Горбунов, 1977; Етеревская, 1975). Не имеет смысла срезать гумусовый слой у солонцовых и засоленных почв. В первой содержится поглощенный натрий, во второй – водорастворимые соли. Целесообразно снимать гумусовый слой у сильно подзолистых почв, так как он имеет небольшую мощность, к тому же гумус состоит преимущественно из фульвокислот. Реакция такого гумуса обычно сильноокислая. Нельзя использовать органическую часть пород, если она имеет сильноокислую реакцию, а также сильно оглеена или содержит угольные остатки, серу, пирит, нефть.

Неоднократно в печати приводились данные о рекультивации без нанесения гумусового слоя, и этот опыт необходимо учитывать в практике. Учеными доказано, что четвертичные суглинки без гумуса – хорошая среда для развития разных растений. Гумусовый горизонт часто отождествляется с понятием верхний плодородный слой почвы. Однако многочисленные исследования показали, что, во-первых, безгумусовые слои также обладают плодородием (например, четвертичные суглинки), во-вторых, гумусовый слой не во всех почвах имеет плодородие.

Водопрочную структуру обычно определяют просеиванием почв через сито в сосуде с водой. Этот вид анализа, как показал опыт, можно заменить определением воднопептизированного ила. Содержащийся в почвах и породах ил неоднороден по свойствам. Одна часть ила от взбалтывания водой легко переходит из состояния геля в золь и называется воднопептизированным илом (ил А), а другая находится в состоянии коагулированных частиц или в форме агрегированного ила (ил Б). Ил А при взаимодействии с водой может передвигаться по профилю, заполнять поры, придавать породе слитость, связность, липкость. При высыхании этот ил образует корку. По количеству ила А можно судить о степени оструктуренности породы: чем его больше, тем меньше водопрочных агрегатов (Горбунов, 1978).

Степень оглеения редко приходится определять в степной и лесной зонах, но в южно-таежной без него обойтись нельзя, так как в распространенных здесь торфяных карьерах обязательно бывает оглеение. Оглеение можно определить визуально по серовато-голубому цвету породы. Сильно оглеенные породы имеют сплошной равномерный сизоватый цвет с бурыми прожилками железа. Оглеенные породы бесструктурные, часто содержат ядовитые для растений закись железа и подвижный алюминий. При частичном оглеении степень пригодности породы повышается. С оглеением можно бороться просушиванием и промораживанием, окислением породы на воздухе. Эти же приемы могут быть использованы для уменьшения пептизации.

Целесообразность определения механического состава не вызывает сомнения. Механический анализ пород нужно делать по методу Н. А. Качинского с химической подготовкой образцов. Так как классификация основана на содержании частиц $<0,01$ мм и $>0,01$ мм, то для упрощения анализа следует определять именно эти фракции, для углубленного изучения можно определить и другие. В песчаных и супесчаных породах желательно определять не только фракцию $<0,01$ мм, но и более крупные (путем просеивания на ситах). Механический анализ рыхлых известковых и мергелевых пород делать нецелесообразно. Для определения минералогического состава в суглинистых и глинистых породах следует выделять фракцию 1–2 мк, кроме того, $<0,01$ мм и $>0,01$ мм.

Механический состав часто играет решающую роль при создании искусственных насаждений. Субстраты с высоким содержанием физической глины создают большие запасы прочно связанной влаги, которая является недоступной для растений. В субстратах с высоким содержанием физического песка влага быстро мигрирует в нижележащие слои и часто становится недостижимой для растений. Исходя из этого, наиболее благоприятными для роста растений являются субстраты супесчаного и суглинистого гранулометрического состава.

При высыхании некоторых пород на них образуется очень твердая корка. Растения не могут успешно произрастать в такой среде, а семена, попавшие под корку, погибают. Образование корки наблюдается на тяжелых суглинистых породах, рыхлых известняках, палыгорскитовых и монтмориллонитовых глинах. Ядовитых веществ в этих породах и минералах нет, но их механические свойства неудовлетворительны. В сухом состоянии они содержат мало воднопептизированного ила, поэтому необходим другой показатель, а именно – твердость. Вот почему твердость включена в число важных признаков пригодности. Твердость можно определить с помощью прибора Качинского или путем раздавливания образца на прессе.

Одним из способов борьбы с неблагоприятными свойствами шахтных пород при лесной рекультивации для их изоляции от плодородных субстратов и древесных пород является создание тонкослойных, многослойных, резко гетерогенных почвенно-грунтовых экранов. Подобные экраны были построены Н. А. Качинским (1970) при создании наливных водоемов. Экраны конструировались как из разных материалов (торф, песок, суглинок), так и из различных горизонтов одной и той же почвы и даже из одного и того же суглинка при различных методах укладки его в разных прослойках (например, при укладке отдельных слоев, затворенных при разной влажности).

Важно создать в экране, по возможности, резкую – качественно и количественно – смену порозности в отдельных прослойках. Подобный экран из десяти прослоек, толщиной по 1 см каждая, практически становится водонепроницаемым, причем он не фильтрует воду и не поднимает ее по капиллярам.

Сущность эффективности тонкослойного, многослойного грунтового экрана как средства борьбы с фильтрацией воды сводится: а) к созданию гетерогенных, четочных капилляров в почве типа жаменовских цепочек; б) к образованию в толще экрана максимального количества прослоек заземленного воздуха; в) к увеличению трения:

вода – почво-грунт; г) увеличению вязкости воды за счет наибольшего количества распыленного в ней воздуха; д) к образованию в толще экрана ряда поверхностей раздела вода – воздух на границах отдельных слоев и к увеличению за счет этого капиллярного противодействия потоку фильтрующейся воды (Качинский, 1970).

ВЫВОДЫ

1. В условиях степной зоны Украины лесная рекультивация нарушенных земель является одним из наиболее актуальных методов сохранения и восстановления почвенного покрова.

2. Наиболее важными физико-химическими показателями, которые необходимо исследовать при лесной рекультивации территорий, загрязненных отходами содового производства, являются актуальная кислотность, наличие воднорастворимых солей, содержание гумуса, степень оглеения, фракционный состав илистой фракции.

3. Наиболее важными физическими показателями, которые определяют возможность проведения лесной рекультивации, являются механический (гранулометрический) состав, твердость и водно-физические свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

Андроханов В. А. Техноземы: свойства, режимы, ункционирование / В. А. Андроханов, С. В. Овсянникова, В. М. Курачев. – Новосибирск, 2000. – 200 с.

Androkhanov, V. A., Ovsyannikova, S. V., Kurachev, V. M., “Tehnozemy: property regimes unktionirovanie”, 2000, Novosibirsk, 200 p.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 335 с.
Belgard, A. L., 1971, “Steppe Forestry”, Moscow, Forest Industry, 335 p.

Высоцкий Г. Н. Избранные труды / Г. Н. Высоцкий. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 435 с.
Vysotsky, G. N., 1960, “Selected Works”, Moscow, Selkhozgiz, 435 p.

Герасимова М. И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.

Gerasimova, M. I., Stroganova, M. N., Mozharova, N. V., 2003, “Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation”, Smolensk, Oikumena, 268 p.

Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – М.: Наука, 1978. – 296 с.

Gorbunov, N. I., 1978, “Physical chemistry and mineralogy of soils”, Moscow, Nauka, 296 p.

Горбунов Н. И. Природа и прочность связи органических веществ с минералами / Н. И. Горбунов, Д. С. Орлов // Почвоведение. – 1977. – № 7. – С. 89-100.

Gorbunov, N. I., Orlov, D. S., 1977, “The nature and strength of the bond of organic compounds with minerals”, *Eurasian Soil Science*, no. 7, pp. 89–100.

Грицан Ю. І. Екологічні основи перетворюючого впливу лісової рослинності на степове середовище / Ю. І. Грицан. – Д.: ДДУ, 2000. – 296 с.

Grytsan, Yu. I., 2000, “Ecological bases of transforming influence of forest vegetation on the steppe environment”, Dnipropetrovsk, DSU, 296 p.

Етеревская Л. В. Качественный состав гумуса и микроморфология примитивных почв на лессовых отвалах / Л. В. Етеревская, Е. Г. Мамонтова // Рекультивация земель. – Тарту, 1975. – С. 250-257.

Eterevskaya, L. V., Mamontova, E. G., 1975, “Qualitative composition of humus and soil micromorphology primitive in loess dumps”, *Remediation*, Tartu, pp. 250–257.

Етеревская Л. В. Почвообразование и рекультивация земель в техногенных ландшафтах Украины: дисс. уч. ст. докт. с.-х. наук / Л. В. Етеревская. – Х., 1989. – 92 с.

Eterevskaya, L. V., 1989, “Soil formation and reclamation in the man-made landscape of Ukraine”, *Abstract of Thesis of Doctor agricultural science*, Kharkov, 92 p.

Ивлев А. М. Деградация почв и их рекультивация / А. М. Ивлев, А. М. Дербенцева. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2002. – 78 с.

Ivlev, A. M., Derbentseva, A. M., 2002, "The degradation of soils and their reclamation", Vladivostok, Far Eastern State University, 78 p.

Методические рекомендации по рекультивации земель, нарушенных промышленностью / Н. И. Горбунов, А. П. Травлеев, Б. М. Туник. – Д. : ДГУ, 1977. – 60 с.

"Guidelines for land rehabilitation industry", 1977, Gorbunov, N. I., Travleev, A. P., Tunick, B. M., Dnipropetrovsk, DSU, 60 p.

Травлеев А. П. Биогеоценотический покров Западного Донбасса, его техногенная динамика и оптимизация / А. П. Травлеев, В. А. Овчинников, В. Н. Зверковский. – Д. : ДГУ, 1988. – 72 с.

Travleev, A. P., Ovchinnikov, V. A., Zverkovsky, V. N., 1988, "Biogeocenosis cover Western Donbass, its dynamics and optimization of a technological", Dnipropetrovsk, DSU, 72 p.

Узбек И. Х. Рекультивация нарушенных земель как устойчивое развитие сложных техноэкосистем / И. Х. Узбек, А. С. Кобец, П. В. Волох и др. – Д. : Пороги, 2010. – 263 с.

Uzbek, I. H., Kobets, A. S., Volokh, P. V., 2010, "Land rehabilitation as the sustainable development of complex tehnoekosistem", Dnipropetrovsk, Porogi, 263 p.

Федосеева Т. П. Рекультивация земель / Т. П. Федосеева. – М. : Колос, 1977. – 48 с.

Fedoseyeva, T. P., 1977, "Remediation of lands", Moscow, Kolos, 48 p.

Bian, Z., Inyang, H. I., Daniels, J. L., Otto, F., Struthers, S., 2010, "Environmental issues from coal mining and their solutions", *Mining Science and Technology (China)*, 20, 2, pp. 215–223.

Рекомендує до друку
д-р біол. наук В. М. Зверковський

Надійшла до редколегії 21.02.13

TO AUTHORS' ATTENTION !

When preparing the article for sending to the editorial board, stick to the following rules:

1. Send at the address of the editorial board two printed copies of the article, at the e-mail address – electronic version.

The article should be checked carefully, signed by all authors and attended with written reference, signed by Doctor of Sciences of appropriate specialization and expert conclusion about the possibility of open publication of the article.

The size of the article is 10 pages of typescript at the most (one page in the journal format contains about 4500 signs, including the spaces).

The size of the illustrations and tables should be 30 % of the article size at the most.

All text materials should be given in 1,5 intervals. From each edge of the page 2 cm. should be left, shrift – Times New Roman 12 points, indention – 0,8 cm.

When setting the type it is necessary to distinguish between hyphen and dash and to use double angle brackets.

It is obligatory to set a space between initials and a surname. Text materials should be made in the text editor MS Word 2003, 2007, as a text in RTF format (*.rtf) or a document Word (*.doc).

Mathematical formulae and equations should be made in equation editor Microsoft Equation, chemical – in the editor ISIS Draw.

3. Use the units of International Measurement System.

4. The structure of the article:

- UDC index in the upper left corner of the page;
- initials and surnames of all authors (it is desirable 4 persons at the most);
- the name and the address of the organization in which the research was conducted (in Ukrainian, Russian and English), e-mail address, telephone number for hot link with the author;
- the title of the article in Ukrainian, Russian and English, which briefly informs about the substance of it and content 13 words at the most;
- the annotation is expanded in English (400-450 words), it should contain the information about the aim, methods, data, scientific novelty, practical importance, key words (6 – 8 words); the annotation is reduced in Ukrainian and Russian, where the results, main conclusions and key words (6 – 8 words) are given;
- the body text of the article should content the following parts: Introduction; Data and methods of the research; Results and their discussion; Conclusions; References.

Tables should be numerated according to their mentioning in the text. Give a brief title at the top of each table. Statistical and other detailed information is given as a note below. Table data should be made in the table editor MS Word 2003, 2007.

Number illustrations according to their discussion in the text. Point at the foot of the illustration its title. The illustrations in the article should have the separate electronic copy. Diagrams and graphic charts should be made in Microsoft Excel, Statistica program packages, schemes – in Visio program package. Save them in the format of these programs as separate files (e.g., petrov_ris1).

The best file formats for scanning the images are TIFF, JPEG, EMF. All elements of text in the images (graphic charts, diagrams, schemes) if it is possible should have a font Times New Roman or Times New Roman Cyr (in a particular instance Courier). Keep each image in a separate object. The images after scanning when printing should be clear, as well as original one.

- gratitude as appropriate is given in the end of the article before the list of references;
- list of used literature. References to literature should be given in the semicircular brackets with the name of quoted author (or the title of the source if there are more than three authors) and the publication date. In the list of the references each Ukrainian-language and Russian-language source should be given in the original language firstly, than translated in English.
- who (from editorial board) recommends the article for publication.

5. Separately the electronic data about the authors which content the information about the surname, name and middle name in full, academic degree, academic rank, workplace (full and abbreviated name of organization), post, town, country, contact phone number and e-mail are given in Ukrainian, Russian and English.

6. Working at the revision an author should take into account all the notes, retype and send all the materials to the address of the colleague of editors up to the date, noted by an editor. Articles that come after the revision later than in 3 months will be considered as new ones.

Sent materials are not returned back. The editorial board preserves a right to correct and abridge the text or send the script back for revision in the case of nonobservance of the above rules.

Authors take the responsibility for the content of the materials.

ДО УВАГИ АВТОРІВ !

При оформленні статті до надсилання в редакцію просимо дотримуватися таких правил:

1. Надіслати на адресу редакційної колегії два роздрукованих екземпляри статті, на електронну адресу – електронну версію.

Стаття має бути ретельно перевірена, підписана всіма авторами і супроводжуватися письмовою рекомендацією, підписаною доктором наук відповідного профілю та експертним висновком про можливість відкритої публікації поданої статті.

Обсяг статті – не більше 10 сторінок машинопису (одна сторінка у форматі журналу містить до 4500 знаків, включаючи пропуски).

Обсяг ілюстрацій і таблиць не повинен перевищувати 30 % обсягу статті.

2. Усі текстові матеріали роздрукувати через 1,5 інтервала, залишаючи з кожного краю сторінки відступи 2 см, шрифт – Times New Roman 12 пунктів, абзацний відступ – 0,8 см. При наборі статті необхідно розрізнити дефіс і тире, а також застосовувати поліграфічні «ялинки». Між ініціалами та прізвищем обов'язково залишати пропуск. Текстові матеріали підготувати в редакторі MS Word 2003, 2007 як текст у форматі RTF (*.rtf) або документ Word (*.doc). Математичні формули і рівняння готуйте в редакторі рівнянь Microsoft Equation, а хімічні – у редакторі ISIS Draw.

3. Використовуйте одиниці Міжнародної системи вимірювань.

4. Структура статті:

- індекс УДК у верхньому лівому куті сторінки;
- ініціали та прізвища усіх авторів (бажано не більше 4 особи);
- назва і адреса організації, у якій виконувалися дослідження, подати українською, російською та англійською мовами, а також указати *e-mail*, телефон для оперативного зв'язку з автором;
- назва статті українською, російською та англійською мовами, яка повинна коротко інформувати про її зміст і містити не більше 13 слів;
- анотація: розширена – англійською мовою (400–450 слів), повинна містити інформацію про мету, методику, результати, наукову новизну, практичну значимість, ключові слова (6–8 слів); скорочені – українською та російською мовами, в яких коротко описують результати і головні висновки проведених досліджень, ключові слова (6–8 слів);
- основний текст статті повинен містити такі розділи: Вступ; Матеріали та методи досліджень; Результати та їх обговорення; Висновки; Список використаної літератури.

Таблиці повинні бути пронумеровані відповідно до змісту статті. Дати назву до кожної таблиці. Статистична та інша деталізація наводяться під таблицею. Табличні матеріали підготувати у табличному редакторі Word 2003, 2007.

Рисунки нумерують у порядку їх обговорення в тексті. Унизу рисунка указати його назву. Рисунки до статті повинні мати окрему копію в електронному вигляді. Діаграми та графіки слід виконувати у пакетах Excel, Statistica, схеми – у пакеті Visio та зберігати у форматах цих програм окремими файлами (наприклад, petrov_ris1). Найкращими для сканованих зображень є формати файлів TIFF, JPEG, EMF. Усі елементи тексту у зображеннях (графіках, діаграмах, схемах), якщо це можливо, повинні мати гарнітуру Times New Roman або Times New Roman Cyr (в окремих випадках Courier). Кожне зображення зберігайте в окремому об'єкті. Зображення після сканування при роздрукуванні повинно бути чітким, не гіршим за чіткість основного тексту.

• подяки при необхідності подаються наприкінці статті перед списком використаної літератури;

• список використаної літератури. Посилання на літературні джерела слід подавати в напівкруглих дужках із зазначенням прізвища цитованого автора (або назви джерела, якщо авторів більш ніж три) та року видання. У списку використаних джерел кожне україномовне чи російсь-

комовне джерело слід подавати спочатку мовою оригіналу, а потім у перекладі, англійською мовою;

- ким з членів редакційної колегії рекомендовано статтю до публікації.

5. Окремо подаються відомості про авторів в електронному вигляді, які містять інформацію про прізвище, ім'я та по батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи (повна та скорочена назва організації), посада, місто, країна, контактні телефони та електронна пошта) українською, російською та англійською мовами.

6. При поверненні статті на доопрацювання автор зобов'язаний урахувати всі зауваження редактора і надіслати виправлені та передруковані матеріали на адресу редакційної колегії в указаний термін. Статті, повернуті після доопрацювання пізніше ніж через 3 місяці, розглядаються як нові надходження.

Подані матеріали не повертаються. Редакція зберігає за собою право виправляти та скорочувати текст, а також повертати рукопис на доопрацювання у разі недотримання наведених вище правил.

Відповідальність за зміст поданих матеріалів несуть автори.

Науковий журнал

ҐРУНТОЗНАВСТВО
2013. Т. 14, № 1–2

Українською, російською та англійською мовами

Засновники:

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. О. ГОНЧАРА,
ТОВ «АГЕНТСТВО «ТЕЛЕПРЕСІНФОРМ»

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ 5374 від 07.08.01 р.

Літературне редагування та коректура – К. О. Сухойван
Художньо-технічне оформлення та комп'ютерна верстка – В. А. Горбань

Підписано до друку 19.03.2013 р. Формат 70×108 1/16. Папір офсетний.
Друк плоский. Гарнітура Times New Roman. Умовн. друк. арк. 14.
Замовлення № . Тираж 200 прим.

49050, м. Дніпропетровськ, вул. Наукова, 5. Друкарня ДНУ.
