

УДК 581.52 : 631.619

© С. П. Жуков

**РАСТЕНИЯ, УСТОЙЧИВЫЕ К ПОВЫШЕННОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ,  
В ФИТОЦЕНОЗАХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА**

*Донецкий ботанический сад НАН Украины; 83059, г. Донецк, пр. Ильича, 110  
e-mail: ser64luk@yandex.ru*

**Жуков С. П.** Растения, устойчивые к повышенной кислотности почв, в фитоценозах отвалов Донбасса. – Рассмотрено значение устойчивости растений к повышенной кислотности почвенных субстратов при выживании растений в условиях породных отвалов, выделено несколько групп по отношению к кислотности почв. Проанализирована роль устойчивости к этому фактору в отборе видов пионерных и серийных сообществ, возможные пути подбора перспективных фитомелиорантов по этому признаку.

*Ключевые слова:* кислотность, устойчивость, породный отвал, фитоценозы.

**Введение**

Значительную часть в нарушенных территориях такого горнопромышленного региона, как Донбасс в связи со спецификой хозяйственной деятельности составляют различные отвальные новообразования, аккумулятивные формы рельефа техногенной природы. Это и породные отвалы угольных шахт, и отвалы вскрышных пород, отвалы отходов обогащения минерального сырья, места временного и длительного складирования как сырья, так и отходов строительства и промышленности. Во многих из этих отвалов складированы горные породы, добытые со значительной глубины, не прошедшие процессов физико-химического и биологического выветривания. При этом зачастую эти породы содержат заметное количество соединений серы и углерода. При контакте с кислородом воздуха происходит окисление этих веществ с образованием различных кислот, в том числе серной, понижающей значения рН почвенных растворов до крайне низких значений, нетипичных для природных местообитаний. Так, на породных отвалах угольных шахт и углеобогатительных фабрик или цехов углеподготовки коксохимических заводов могут встречаться породы с рН 3-4. Такая повышенная кислая реакция среды не может не сказываться самым активным образом на растениях, которые поселяются в таких экотопах или высаживаются там в ходе их рекультивации. Устойчивость формирующихся почв к воздействию образующихся кислот во многом может определяться устойчивостью почвенного микробного сообщества, но отвалы шахт как раз отличаются несформированностью микробоценозов [1]. В современных условиях на процесс развития почв на отвалах накладывается и воздействие глобальных изменений климата [3, 7]. Также и водный режим почв в техногенных условиях, даже при наличии почвенного перекрытия, может отличаться специфическими особенностями от автоморфных почв, что также осложняет существование растений [6]. В начальных стадиях процесса развития эдафотопов отвалов угольных шахт кислотность породных субстратов и связанная с нею в генезисе засоленность являются ведущими факторами, определяющими характер зарастания и возможность выращивания мелиоративных насаждений. Выделяемые при этом стадия окисления, характеризующаяся отсутствием поселения растений, и стадия вымывания, на которой начинают появляться первые растения, четко различаются по реакции почвенных растворов [5]. С другой стороны, на отвалах вскрыши, где складировуются породы из верхних геологических горизонтов, наблюдается противоположное явление: преобладание щелочной и сильнощелочной реакции среды, что позволяет использовать эти отвалы для сравнительного изучения стойкости растений к реакции почв.

Цель работы – определить роль растений, устойчивых к повышенной кислотности почвенных субстратов, в фитоценозах отвалов Донбасса, выявить возможности применения таких растений при рекультивации отвалов, а также влияние кислотности пород на структуру формирующихся на отвалах сообществ.

### **Матеріал і методи дослідження**

Дослідження проведено на породних отвалах вугільних шахт міст Донецька, Макіївки, Дзержинська. Вибір проб ґрунтів проводився згідно ГОСТу 17.4.3.01 – 83. Визначення складу водної витяжки, сухого залишку, іонного складу виконувалися загальноприйнятими в агрохімії методами (ГОСТ 26423–85 і ГОСТ 26428–85, 1985) в відділі фітоекології Донецького ботанічного саду НАН України [4]. Виділення видів, стійких до впливу кислотності ґрунтів, проводилося за результатами вивчення їх поширення і життєвого стану в екотопах з підвищеною кислотністю ґрунтів породних отвалів у порівнянні з екотопами отвалів Докучаєвського флюсо-доломитного комбінату і Комсомольського рудоуправління, які характеризуються лужною реакцією середовища, але подібні за іншими основними параметрами: механічному складу, родючості, солоності.

### **Результати та обговорення**

При розгляді кислотності породи на отвалах вугільних шахт в першу чергу звертає на себе увагу нерівномірність прояву цього фактора по території отвалів, особливо конічної форми. Враховуючи технологію формування породи в конічному отвалі, можна помітити, що в процесі отсыпки породи відбувається часткове її розділення на фракції, при цьому вміст крупнообломочної фракції збільшується в напрямку від вершини до основи отвала, а верхня частина збагачена мелкодисперсними частинками. Відбувається це внаслідок явища сегрегації породи: великі обломки зберігають велику кінетичну енергію при скатанні по схилу, а малі фракції заповнюють проміжки між більш крупними частинками в першу чергу поблизу місця отсыпки і сильніше затримуються при зіткненні з раніше отсыпаною породою. В результаті в верхній частині отвалів концентрується сильно дрібнодисперсна порода з високою удільною площею поверхні частинок відносно їх об'єму. Це сприяє процесам окислення сульфідних сполучень – основних джерел утворення сульфатної і сульфатної кислоти. Також в умовах мелкодисперсної породи затримується вимивання кислих сполучень осадами порівняно з крупнофракційними ділянками породи вздовж схилів. З іншого боку, існує і неоднорідність показників кислотності породи в часі. За роками спостерігається зміна кислотності спочатку в бік її підвищення, а потім, за міри затухання окислювальних процесів на отвалі, стабілізації його форми, відбувається поступове зниження кислотності в екотопах породних отвалів. Існує і сезонна динаміка кислотності: в осінньо-зимній період кислотність зменшується внаслідок зниження температури і випадіння основної частини кількості опадів за рік, а в весняно-літній період спостерігається підвищення кислотності. Менш значущі зміни відбуваються в меншій часовій шкалі, наприклад, при випадінні сильних опадів літом. Можливі також локалізовані в часі і просторі невеликі зміни кислотності внаслідок місцевих порушень поверхні, наприклад, при водній ерозії, вивалі дерев. Як приклад, розглянемо коливання кислотності по породних отвалах № 1-5 і № 18 шахт ім. Артема і «Нова» в м. Дзержинське. Виділено 21 екотоп з різною ступенем заростання, в яких відібрані зразки породи для аналізу. Значення рН коливаються від 3,83 до 6,78, два зразки мають дуже сильнокислу реакцію (3,92; 3,83) і два – сильнокислу реакцію (4,04; 4,32), в шістьох зразках реакція середньокисла (4,81; 5,05, 4,88; 4,65; 4,63; 4,82), в двох – слабкокисла (5,53; 5,32) і в решти нейтральна або близька до нейтральної (5,63-6,78). На багатьох отвалах, запланованих в ході реструктуризації вугільної промисловості до рекультивування, спостерігається подібне розподілення екотопів за їх кислотністю. З іншого боку, на отвалах вкритих в Комсомольському і Сталі значення рН змінюються від 8,31 до 8,78. І в обох випадках переважають слабкосолені породи з великим вмістом крупнодисперсних фракцій і каменів. Відповідно, якщо широко поширені види рослин зустрічаються в едатопах з кислою реакцією, але відсутні при лужній реакції, можна передбачити

наличие устойчивости, специфической адаптации к таким условиям. А при наличии вида в обоих вариантах эдафотопов это говорит об экологической пластичности вида, его широкой экологической амплитуде.

С учетом всего вышесказанного можно выделить несколько групп растений по характеру их приспособления к существующим условиям повышенной кислотности эдафотопов породных отвалов шахт.

1. Растения, устойчивые к сильнокислой реакции эдафотопов (рН 4,1-4,5): 1) растения, приуроченные к местообитаниям с естественным закислением почв и потому приспособленные к кислым эдафотопам; 2) растения с широкой экологической амплитудой по отношению к свойствам эдафотопов; 3) растения, использующие относительно благоприятный для развития временной период с середины осени до начала лета.

2. Растения, устойчивые к среднекислой реакции эдафотопов (рН 4,6-5,3).

Растения, устойчивые к высокой кислотности почв, встречаются в экотопах породных отвалов с сильнокислой и иногда с очень сильнокислой реакцией среды. Среди них можно выделить подгруппы по специфике приспособленности и с различной ролью в сообществах.

Растения, эволюционно приуроченные к местообитаниям с естественным закислением почв, приспособленные к подобным условиям, видимо, обладают устойчивостью в эдафотопе с кислой реакцией почвенных растворов. Это в первую очередь *Persicaria maculosa* S. F. Gray, различные виды тополей и ив (*Populus alba* L., *P. nigra* L., *P. tremula* L., *Salix cinerea* L.), в природе произрастающие в увлажненных понижениях, прибрежно-водных и болотных местообитаниях, где естественным образом формируется кислая реакция почвенных растворов. Довольно часто в нашем регионе такие экотопы обладают и несколько повышенной засоленностью, что также способствует первичной адаптации этих растений на отвалах. Эти виды растений или являются пионерами заселения породных отвалов, или формируют стабильные локалитеты на участках отвалов, малоприспособленных для других растений. Вначале поселение растений идет рассеянно, затем могут формироваться плотные одновидовые заросли. Обычно растения этой группы характеризуются значительными отклонениями в габитусе, размерах, анатомических особенностях, продолжительности жизни от характерных для них в природных местообитаниях. Малоконкурентоспособные в сообществах, однолетники при формировании даже маловидовых группировок обычно быстро и полностью выпадают из состава сообщества. Древесные растения могут отличаться низкой продолжительностью жизни, но при гибели дают обильную поросль. Или же просто формируется куртина при вегетативном размножении. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. является переходным видом между представителями этой группы и следующей.

Растения с широкой экологической амплитудой, которые могут переносить достаточно низкие значения рН. Это такие виды, как *Ambrosia artemisiifolia* L., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Reseda lutea* L. и др. В типичном случае это широкоареальные эксплеренты, часто заносные в регионе, ширина экологической ниши которых позволяет им довольно успешно переносить специфику комплекса экологических факторов отвалов (кислотность, засоленность, жесткие гидротермические условия), которые ограничивают выживание в этих условиях большинства местных видов растений. Также, как и растения предыдущей группы, эти виды участвуют в пионерных группировках, легко колонизируют нарушенные территории, но могут длительное время сохраняться даже при формировании более или менее сомкнутых сообществ. Обычно менее устойчивы к экстремальным значениям кислотности почв, чем виды первой группы. При этом отклонения в размерах под влиянием биотических факторов могут быть более значительными, чем даже при воздействии одного абиотического стресса. Минимального размера особи *Ambrosia artemisiifolia*, образующие 1-2 семя на растение, отмечены как раз в ценозах, где эдафотопы уже стали относительно благоприятны для растений, видовой состав которых расширился и амброзия конкурентно подавляется. Длительное время сохраняются в местах локальных нарушений.

Растения, жизненный цикл которых укладывается в относительно благоприятный период временного сезонного снижения кислотности почвенных субстратов и их повышенной увлажненности с осени по весну. За счет низкой температуры также снижается влияние кислотности. Это в основном растения, которые относятся к жизненной форме эфемеры и эфемероиды, например, это *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Senecio viscosus* L., *S. vernalis* Waldst & Kit., *Holosteum umbellatum* L., *Poa bulbosa* L., или представляют собой озимые однолетники, как *Phalacrogloma annuum* (L.) Dumort – вид, промежуточный по приспособлению к условиям отвалов с предыдущей группой видов. Эти виды также являются пионерами зарастания, некоторые эфемеры даже опережают остальные группы в освоении экотопов породных отвалов, если есть источник заноса семян на прилегающих территориях. Обычно у этих видов по сравнению с природными местообитаниями отклонения от размеров меньше, чем у предыдущих групп. Благодаря уходу от конкуренции в другую временную нишу длительное время сосуществуют с сообществами последующих стадий сукцессии.

Растения, устойчивые к среднекислой реакции эдафотопов. В небольшом количестве могут встречаться и в экотопах с сильнокислой реакцией породы, но скорее они находят там относительно благоприятные участки. Достаточно обширная и разнообразная группа растений, поселяющаяся после некоторого периода первичного развития эдафотопов отвалов, когда для них подготовлены условия жизнедеятельностью растений вышеописанных групп. Однолетники и многолетники, травы и древесные растения. По происхождению есть местные и заносные виды. Например, *Artemisia absinthium* L., *Centaurea diffusa* Lam., *Melilotus albus* Medik., *Poa compressa* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle и др. По сути, это растения сообществ второй стадии сукцессии растительности отвалов угольных шахт [2]. Поскольку механический состав формирующихся на отвалах почв характеризуется недостатком глинистой фракции, это может смягчать влияние повышенной кислотности на растения. Возможно, и в этой группе растения различным образом приспособлены к повышенной кислотности эдафотопа. Так, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, относимый к этой группе, в природе отмечался нами как массовый вид в относительно влажных участках сосновых лесов, пораженных корневой губкой. То есть у него, видимо, также есть определенная приспособленность к таким условиям, как у первой подгруппы видов, устойчивых в сильнокислых эдафотопах. Есть и растения с коротким жизненным циклом.

Применение видов растений, устойчивых к повышенной кислотности почвенных субстратов, позволит повысить эффективность воздаваемых насаждений и посевов, снизить затраты на этапе технической рекультивации, уменьшить объемы или обойтись без известкования породы, что не всегда выполнимо вследствие обилия камней на породных отвалах и отсутствия соответствующей техники.

При подборе фиторекультивантов, устойчивых к повышенной кислотности, необходимо учитывать также и влияние на эти растения других факторов, характерных для отвалов: жестких гидротермических условий, недостатка в формирующихся почвах (техноземах) глинистой фракции и питательных веществ, в первую очередь азота, ветровое воздействие и пр. Естественно, также важны и собственно рекультивационные качества растений, влияние их на формирование эдафотопов и сообщества, выявление диапазона экотопов, в которых применение данного вида наиболее эффективно. Перспективен подбор и фиторекультивантов, стойких к средней кислотности техноземов, так как большинство отвалов к моменту выхода из эксплуатации имеет участки такого уровня кислотности, покрытые растительным покровом в результате самозарастания. Также многие шахтные отвалы, выведенные из эксплуатации при реструктуризации угольной промышленности в предыдущие два десятилетия, характеризуются преобладанием таких условий. Соответственно, нет надобности рекультивировать всю поверхность отвала, так как на участках с развитым растительным покровом требуется только улучшить его структуру и повысить санитарно-защитную эффективность на менее развитых участках, что может быть

достигнуто внедрением такого типа растений. Например, такой вид второй группы, как *Calamagrostis epigeios*, который в данное время проходит экспериментальную проверку, благодаря позднему началу вегетации пригоден для посадки частями корневищ, устойчив в слабо- и среднекислых экотопах северных склонов различного механического состава, формирует путем вегетативного размножения куртины с высокими противоэрозионными свойствами, за счет чего стабилизирует склоны, продуцирует большое количество биомассы в подземной и надземной части, способствуя развитию почв.

### Выводы

Установлены растения, стойкие к повышенной кислотности эдафотопов, на породных отвалах Донбасса и роль этих видов в формирующихся сообществах. Выделены группы видов растений по их стойкости к сильнокислой и среднекислой реакции почвенных субстратов. Среди видов, устойчивых к сильнокислым эдафотопам, можно выделить виды из местообитаний с естественным закислением почв и потому приспособленные к кислым эдафотопам, виды, устойчивые за счет своей широкой экологической амплитуды, и виды растений, использующие относительно благоприятный период времени для развития. Повышенная кислотность ведет к экотопическому отбору видов, обеднению видового богатства группировок и сообществ, пятнистости в их пространственной структуре. Значение устойчивых к повышенной кислотности видов растений заключается в интенсификации начального почвообразования, закреплении поверхности и стабилизации склонов, подготовке условий для внедрения видов последующих стадий развития.

### Список литературы

1. Ананьева Н. Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв / Н. Д. Ананьева. – М.: Наука, 2003. – 223 с.
2. Жуков С. П. Про напрям антропогенної сукцесії рослинності відвалів вугільних шахт Донбасу / С. П. Жуков // Укр. ботан. журн. – 1999. – № 3. – С. 245–249.
3. Кудеяров В. Н. Глобальные изменения климата и почвенный покров / В. Н. Кудеяров, В. А. Демкин, Д. А. Гиличинский и др. // Почвоведение. – 2009. – № 9. – С. 1027–1042.
4. Почвоведение: учеб. для высш. с.-х. учеб. зав. / Под ред. И. С. Кауричева. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
5. Промышленная ботаника / [Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Бакланов и др.]; под ред. Е. Н. Кондратюка. – К.: Наук. думка, 1980. – 257 с.
6. Шеин Е. В. Структурное состояние техноземов и формирование в них преимущественных потоков влаги / Е. В. Шеин, Д. И. Щеглов, А. Б. Умарова и др. // Почвоведение. – 2009. – № 6. – С. 687–695.
7. Lopes de Gerenyu V. O. Effect of temperature and moisture content on CO<sub>2</sub> evolution rate of cultivated Phaeozem: analyses of long-term field experiment / V. O. Lopes de Gerenyu, I. N. Kurganova, L. N. Rozanova, V. N. Kudeyarov // Plant, Soil and Environment. – 2005. – Vol. 51, N 5. – P. 213–219.

**Жуков С. П. Рослини, стійкі до підвищеної кислотності ґрунтів, у фітоценозах відвалів Донбасу.** – Розглянуто роль стійкості рослин до підвищеної кислотності ґрунтів при їх виживанні в умовах породних відвалів, виділено кілька груп за відношенням до кислотності ґрунтів. Проаналізовано роль стійкості до цього фактора у відборі видів піонерних та серійних угруповань, можливі шляхи підбору перспективних фітомеліорантів за цією ознакою.

*Ключові слова:* кислотність, стійкість, породний відвал, фітоценози.

**Zhukov S. P. Plants resistant to increased acidity of the soil in dumps phytocenoses of Donbass.** – The value of the resistance of plants to increased acidity of soil substrates with survival of plants in the conditions of coal dumps are considered. The few groups are distinguished in relation to acidity of soils. The role of the resistance to this factor in the selection of types of pioneer and serial associations and possible ways of selection of perspective phytomeliorants on this sign are analysed.

*Key words:* acidity, stability, coal dumps, phytocenoses.