

аналізів встановлено, що найвищий показник кислотності в ґрунті спостерігаються на ПП №1 та ПП №4 (рис. 2). Це можна пояснити одновидовим складом деревостану, представленим його головною породою сосною звичайною. Зменшення кислотності ґрунту на ПП №2 і ПП №3 пояснюється наявністю широколистяних порід, відпад яких сприяє кращій мінералізації відпаду хвої і залуження ґрунту.

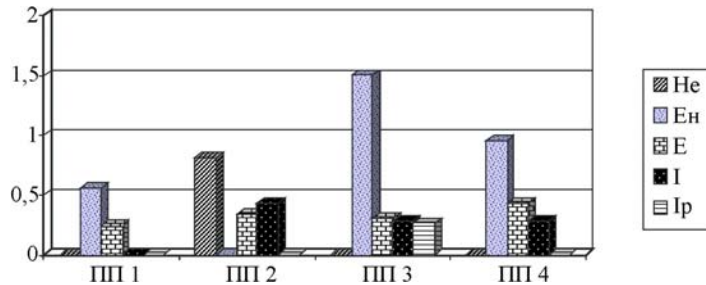


Рис. 3. Вміст гумусу в ґрунті

Проаналізувавши вміст гумусу, виявлено, що найбільше гумусу нагромаджено в елювіальному горизонті на ПП № 3 (рис. 3). Такі результати можна пояснити наявністю в деревному ярусі листяних порід, зокрема дуба звичайного, відсоткова частка якого становить 30.

Висновки. Упродовж двох останніх століть на знеліснених землях Брюховичі і Голоско, які були на початку XIX ст. "піщаною пустелею", нинішні соснові ліси виконують фітомеліоративну функцію, збагачуючи їхні едафотопи.

Література

1. Мякушко В.К. Экология сосновых лесов / В.К. Мякушко, Ф.В. Вольвач, П.Г. Плюта. – К. : Изд-во "Урожай", 1989. – 248 с.
2. Schupp R. Park lesny i kolonia letnia w Brzuchowicach kolo Lwowa / R. Schupp // Sylwan. – № 7. – S. 3-9.
3. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы / Л.О. Карпачевский. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1981. – 264 с.

Брунец К.С. Фитомелиоративная роль сосновых насаждений Львовского Розточья

Исследованы почвы в сосновых насаждениях Львовского Розточья. Изложена их фитомелиоративная роль в обогащении эдафотопов. Предоставлена сравнительная характеристика содержания химических элементов в почве.

Ключевые слова: почвы, кислотность, гумус, эдафотоп, сосновые насаждения, генетические горизонты.

Brunets K.S. Fitomelioryvna role of pine plantations Lviv Roztochya

Investigated the soil in pine plantations of Lviv Roztochya. Elucidated their role in phytomelioryvna enriched edaphotops. Provided comparative characteristics of the contents of chemical elements in the soil.

Keywords: soil acidity, humus, edaphotop, pine plantations, genetic horizons.

УДК 581.[144.2+524+55]

Ст. наук. співроб. О.І. Величко,
канд. біол. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка

ВМІСТ НІТРАТНОГО АЗОТУ В ҐРУНТІ ТА ОРГАНАХ РОСЛИН СОЇ ЗА УМОВ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ НАФТОЮ

Досліджено, що забруднення нафтою призводить до зростання вмісту нітратного азоту в ґрунті. На тлі нагромадження нітратів у нафтозабрудненому ґрунті відбувається збільшення їх вмісту у коренях рослин сої. Обґрунтовано доцільність застосування мінерального азоту з метою підживлення сої та активації деструкції нафти у забрудненому ґрунті.

Ключові слова: нафтозабруднений ґрунт, нітратний азот, рослини сої.

Сучасний рівень цивілізації та технологій немислимий без нафтової промисловості. Проте, попри забезпечення енергетичних потреб, процес видобування нафти, як, втім, і транспортування та перероблення, є джерелом постійного забруднення природного середовища. Особливо небезпечним є потрапляння нафти й нафтопродуктів у ґрунти, оскільки останні, зазнаючи нафтового забруднення, деградують, що, своєю чергою, перешкоджає виконанню ними функцій геохімічної оболонки Землі. Насправді, відновлення нафтозабруднених ґрунтів є однією з надзвичайно актуальних проблем сьогодення. З метою її вирішення ведуть активний пошук механічних (рекультивативних) та біологічних відновлювальних технологій. Біологічні відновлювальні методи ґрунтуються на використанні мікроорганізмів, здатних розкладати вуглеводні нафти, або ж – на застосуванні поверхнево-активних речовин мікробного походження (біоПАР, біосурфактантів) – продуктів синтезу нафтоокисних бактерій, механізм дії яких полягає в десорбції та солюбілізації вуглеводнів, а також – у стимуляції активності мікроорганізмів-деструкторів нафти [Wei, Mather, Fotheringham, 2005]. Ефективними біологічними методами відновлення нафтозабруднених ґрунтів є також фітореMediaційні технології, що передбачають використання вищих рослин, здатних покращувати фізико-хімічні властивості забрудненого ґрунту і цим самим сприяти деструкційній активності відповідних мікроорганізмів [Деклар. патент на винахід, 2006].

Деструкції вуглеводнів нафти у ґрунті можна досягти також завдяки використанню мінеральних добрив. Досліджено, що внесення мінерального азоту підвищує біохімічну й мікробіологічну активність нафтозабрудненого ґрунту (зростання інтенсивності дихання, коефіцієнта мінералізації, активності низки ферментів й ін.), й у такий спосіб сприяє деструкції нафти й нафтопродуктів [Тишкіна, Кіреєва, 1985]. Наприклад, у наявних рекультивативних технологіях для окислення 1 г нафти рекомендують вносити 80 мг азоту і 8 мг фосфору [Ільїнський і др., 1991]. Якщо ж підживлення азотом застосовують під бобові культури, то, відомо, що перевищення певного рівня мінерального азоту у ґрунті інгібує ріст і розвиток, а також – властиву бобовим рослинам здатність до симбіотичного зв'язування азоту атмосфери [Коць, Ничик, Старченко, 1990]. Але для досліджень обрано саме представника бобових – рослини сої, оскільки попередніми експериментами доведено їхню стійкість до умов нафтозабрудненого ґрунту [Величко, Сокол, Терек, 2009; Величко, Терек, 2011]. Тому цікавим видається питання щодо кількості

тей мінерального азоту, котрі б забезпечували інтенсифікацію процесів деградації нафти, не пригнічуючи симбіотичної азотфіксуючої діяльності у нафтозабрудненому ґрунті. Для з'ясування цього питання основним завданням було проаналізувати, яким є вміст азоту у ґрунті після забруднення нафтою, а також – якими за цих умов є особливості накопичення нітратів у коренях та надземній масі бобових рослин.

Визначали кількість нітратного азоту [Починок, 1976] у листках і коренях сої та у ґрунті. ґрунт (по 6 кг) вміщували у ящики, площа яких становила 0,5 м², після чого вносили сиру нафту у кількостях 5 та 8 %. Контролем вважали ґрунт без нафти. У підготовлений ґрунт висівали зволожені упродовж трьох діб (до моменту наклёвування) насіння сої щетинистої (*Glicine hispida* Maxim), інокульоване культурою бульбичкової бактерії *Bradyrhizobium japonicum*. Симбіонт сої *B. japonicum* отримано із колекції *Rhizobium* Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Для аналізу використовували рослини сої у фазі трьох справжніх листків (26-добові рослини).

Відомо, що серед наслідків забруднення ґрунту нафтою – його стійка гідрофобізація, засоленість, зниження аерованості, накопичення токсичних елементів та ін. Проведеними експериментами встановлено накопичення у забрудненому ґрунті також нітратів (табл. 1).

Табл. 1. Вміст нітратного азоту в нафтозабрудненому ґрунті

	Вміст нітратного азоту, мг/кг повітряно сухого ґрунту
Незабруднений ґрунт	246 ± 23,5
5,00 % нафти	276 ± 30,6
8,00 % нафти	350 ± 29,4

Як представлено у табл. 1, зі зростанням рівня забруднення ґрунту нафтою збільшується і вміст у ньому нітратного азоту. За наявності 8 % нафти переважання вмісту нітратів відносно вмісту у незабрудненому ґрунті становить 42 %. На тлі накопичення нітратів у забрудненому ґрунті відбувається їх накопичення й у органах, а особливо – у коренях рослин сої (табл. 2).

Табл. 2. Вміст нітратного азоту в органах 26-добових рослин сої за умов нафтозабрудненого ґрунту, мг/кг маси сирової речовини

	листки	корені
Незабруднений ґрунт	20,4 ± 0,6	37,35 ± 3,1
5,00 % нафти	28,1 ± 0,3	65,38 ± 5,4
8,00 % нафти	-	-

З табл. 2 видно, що за умов нафтозабрудненого ґрунту відбувалося збільшення вмісту нітратів у органах рослин: навіть за забруднення ґрунту нафтою у кількості 5 %, яке призводило до збільшення нітратів у ґрунті лише на 12 % (див. табл. 1), кількість нітратного азоту у коренях 26-добових рослин сої перевищував контрольний рівень майже удвічі. При цьому збільшення кількості нітратів у листках рослин сої становило близько 30 %. Різке зростання кількості нітратного азоту у коренях сої не могло відбуватися внаслідок фіксації азоту атмосфери, оскільки забруднення нафтою пригнічу-

вало формування симбіотичних систем сої з бульбичковими бактеріями [Величко, Терек, 2011]. Причинами накопичення нітратів у коренях сої, найімовірніше, є зміни в транспортуванні та асиміляції нітратів, спричинені екстремальними умовами нафтозабрудненого ґрунту.

Рослини можуть накопичувати до 2,5 % від маси сухої речовини відносно нетоксичних для них нітратів [Львів, 1983]. Це метаболітний і запасний фонд нітратів у клітинах. Зі збільшенням віку рослин вміст нітратів у вакуолях може зменшуватися, що пов'язують з їх перерозподілом, спрямованим на збільшення обсягу метаболітного фонду, необхідного для підтримання на високому рівні активності нітратредуктази. Відомо також, що у більшій мірі активність нітратредуктази листків залежить від постійного надходження екзогенних нітратів з ґрунту, ніж від рівня накопиченого фонду у листках. З цієї метою у ґрунт вносять мінеральний азот. Проте, внесення підвищених і високих доз азоту, та крім цього, несприятливі умови вирощування (недостатність освітлення, дефіцит вологи тощо) можуть спричинювати зниження синтезу нітратредуктази, активацію неактивного попередника ферменту, зменшення переходу нітратів із пулу зберігання в метаболітний та ін., що у підсумку призводить до збільшення вмісту нітратів у вакуолях. У дослідженнях С.Я. Коця зі співавторами встановлено, що якщо малі дози азоту (0,25 норми, 30 кг/га) стимулюють процеси росту й розвитку, накопичення вегетативної маси, нодуляційну здатність й азотфіксуючу симбіотичну активність люцерни тощо, то внесення 1,0 і 1,5 норми азоту у вегетаційних дослідах та 60 кг/га і 90 кг/га в польових умовах спричинювало зростання кількості нітратів у надземній частині люцерни до 152,2-202,0 мг/кг сирової маси, що знижувало її якість [Коць, Михалків, 2005].

Вміст нітратів у листках 26-добових рослин сої за умов нафтозабрудненого ґрунту (5 %) становив 28,1 мг/кг сирової маси (табл. 2), тобто був нижчим від токсичних рівнів й далеким до ГДК (гранично допустима концентрація нітратів у зеленій масі трав становить 500 мг/кг). З отриманих даних можна зробити висновок про можливість внесення мінерального азоту у нафтозабруднений ґрунт, при цьому – як з метою інтенсифікації його біохімічної й мікробіологічної активності, так, можливо, і з метою стимуляції процесів росту сої у нафтозабрудненому ґрунті. Втім, необхідно ретельно вивчити дози азоту, які стимулювали б ростові процеси сої у нафтозабрудненому ґрунті, оскільки, як свідчать дані літератури, підживлення бобових рослин мінеральним азотом часто призводить до неоднозначних наслідків. Зокрема з'ясовано, що як відсутність, так і надлишок азоту негативно впливають на ріст і розвиток люцерни [Коць, Михалків, 2005]. Встановлено, що навіть малі дози азотних добрив (10 кг/га) інгібують утворення бульбочок на коренях сої та пригнічують азотфіксуючу активність сформованих симбіозів [Крикунець В.М., 1990]. Високі дози азоту, крім того, можуть блокувати також азотфіксуючу здатність і ґрунтових мікроорганізмів, що надзвичайно негативно позначається на азотному балансі ґрунту [Старченко, Коць, 1992].

Отже, отримані результати засвідчили, що внаслідок забруднення нафтою зростає вміст нітратного азоту як у ґрунті, так і в органах рослин сої.

Проте, ці обсяги є далекими до критичних, що дає змогу розглядати можливість застосування мінерального азоту як для підживлення рослин сої у нафтозабрудненому ґрунті, так і для підвищення біохімічної й біологічної активності забрудненого ґрунту з метою інтенсифікації деградації у ньому вуглеводнів нафти.

Література

1. Величко О.І. Висна сила клітин коренів рослин сої за екстремальних водних умов нафто-забрудненого ґрунту / О.І. Величко, О.В. Сокол, О.І. Терек // Вісник Львівського університету. – Сер.: Біологічна. – 2009. – Вип. 49. – С. 203-207.
2. Величко О.І. Формування й функціонування бобово-ризобіального симбіозу сої з *Bradyrhizobium japonicum* в умовах нафто-забрудненого ґрунту / О.І. Величко, О.І. Терек // Матеріали XIII З'їзду ботанічного товариства, 19-23 вересня 2011 р. – Львів, 2011. – С. 417.
3. Декларативний патент на винахід 16345 Україна, МПК (2006) A01B 79 / 00 A01B 79 / 02 (2006.01) A01C 21 / 00. Спосіб очищення ґрунтів, забруднених нафтою / Н.М. Джура, О.М. Цвілінюк, О.І. Терек. – Опубл. 15.08.06; Бюл. № 8.
4. Ильинский В.В. Азотно-фосфорные удобрения для стимуляции биодegradации нефтяных УВ в морской среде / В.В. Ильинский, М.Н. Семеняко, С.Г. Юферова, Н.Н. Трошина, Т.В. Коронелли // Вестник МГУ. – Сер.: Биологическая. – 1991. – № 2.
5. Коць С.Я. Влияние возрастающих доз азота на интенсивность азотфиксации, усвоение азота и продуктивность люцерны / С.Я. Коць, М.М. Ничик, Е.П. Старченко // Агрохимия. – 1990. – № 6. – С. 11-17.
6. Крикунець В.М. Отзывчивость сои на малые дозы азота в связи с эффективностью ее симбиоза с клубеньковыми бактериями / В.М. Крикунець // Физиология и биохимия культ. Растений. – 1990. – Вип. 22, № 2. – С. 118-126.
7. Львов Н.П. Нитрогеназа: структура и условия функционирования / Н.П. Львов // Молекулярные механизмы усвоения азота. – М.: Изд-во "Наука", 1983. – С. 34-52.
8. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. – К.: Вид-во "Наук. думка", – 1976. – С. 39-41.
9. Старченко Е.П. Биологический азот в земледелии и роль люцерны в пополнении его запасов в почве / Е.П. Старченко, С.Я. Коць // Физиология и биохимия культ. Растений. – 1992. – 24, № 4. – С. 325-338.
10. Тишкина С.І. Зміна біохімічних і мікробіологічних параметрів нафто-забруднених ґрунтів: тези доп. 7 з'їзду ВО ґрунтознавців / С.І. Тишкина, Н.А. Кіресєва. – Ташкент, 1985. – Ч. 2. – С. 23.
11. Коць С.Я. Физиология симбиоза та азотне живлення люцерни / С.Я. Коць, Л.М. Михалків. – К.: Изд-во "Логос", 2005. – 300 с.
12. Wei Q.F. Oil removal from used sorbents using a biosurfactant / Q.F. Wei, R.R. Mather, A.F. Fotheringham // Bioresource Technology. – 2005. – Vol. 96. – P. 331-334.

Величко О.І. Содержание нитратного азота в почве и органах растений сои в условиях загрязнения почвы нефтью

Исследовано, что загрязнение нефтью вызывает возрастание содержания нитратного азота в почве. На фоне накопления нитратов в нефтезагрязненной почве происходит увеличение их количества в корнях растений сои. Обоснована целесообразность использования минерального азота с целью подкормки сои и активации деградации нефти в загрязненной почве.

Ключевые слова: нефтезагрязненная почва, нитратный азот, растения сои.

Velychko O.I. Nitrate nitrogen content in soil and soybeans plants organs under oil soil pollution

It was shown that oil pollution of soil lead to increasing of nitrogen nitrate in soil. Under condition of nitrate increasing in the soil we indicated increasing their content in roots of soybean plants. Discussed the feasibility of application of mineral nitrogen for fertilizing soybeans and activation of degradation of oil in contaminated soil.

Keywords: oil polluted soil, nitrate nitrogen, soybean plants.

УДК 630.[64+22]

Директор І.Ф. Коляджин – ДП "Брошнівське ЛГ"

ОСОБЛИВОСТІ РУБОК РЕКОНСТРУКЦІЇ МІШАНИХ ЯЛИЦЕВИХ КУЛЬТУР БАСЕЙНУ РІЧОК СВІЧА І ЛІМНИЦЯ

Смугова реконструкція смерекового молодняку і посадка ялиці та бука не дали бажаного результату, хоча до певної міри зупинили заболочення ділянок. Необхідна повторна реконструкція насаджень для збільшення їх густоти. На перезволожених ділянках у складних деревостанах передовсім необхідно відмовитися від суцільних і проводити лише вибіркові рубання на малих площах.

Ключові слова: реконструкція, перезволожені ділянки, ялиця.

Вступ. Корінний рослинний покрив басейну річок Свіча і Лімниця у Прикарпатті представлений ялицево-буковими, дубово-ялицевими, рідше буковими, смереково-буково-ялицевими, грабово-буковими та іншими складними за складом і структурою лісами. В останнє століття тут дуже скоротилися площі природних лісів, зокрема найбільш продуктивних ялицевих деревостанів. Прогресуючий антропогенний вплив на довкілля призвів до зниження біологічної стійкості лісових екосистем і небажаних змін їх складу і структури.

Антропоізація рослинного покриву призвела до частіших вітровалів, буреломів, поширення грибних захворювань та шкідників лісу, а також до всихання лісових масивів внаслідок зміни гідрологічного режиму території [3]. Тому виникає необхідність пізнання біологічних законів формування і розвитку природних лісів, порівняно з лісами вторинних генерацій, передовсім для практики ведення лісового господарства. Для підвищення рівня ведення лісового господарства у цьому регіоні необхідно вивчити структуру природних лісів і опрацювати моделі ведення лісового господарства, які відтворювали би природний хід розвитку мішаних лісів. Треба також створити мережу еталонних лісових резерватів, за зразками яких в ідентичних екологічних умовах треба відновлювати відповідні їм деревостани [4].

Методика й об'єкти досліджень. Метою нашої роботи впродовж 1999-2011 рр. було опрацювання засад ведення лісового господарства у мішаних ялицевих лісах центральної частини Прикарпаття. Оцінювання лісових культур різного способу змішання проводили з використанням апробованих методичних підходів [1, 2]. У культурах закладали пробні площі із встановленням таксаційних показників насаджень. У кількох випадках проводили рубання модельних дерев із подальшим аналізом ходу росту по висоті, діаметра, об'єму. Підібрані нами насадження мали експлуатаційне призначення, а тому продуктивність і стійкість були критеріями оцінки господарської доцільності. Із загальних позицій оцінено ефективність прояву тих чи інших захисних якостей лісових культур: водорегулюючих, ґрунтозахисних, пожезахисних, санітарно-гігієнічних, естетичних. У своїй роботі ми керувались принципом багатофункціонального значення лісів і опосередкованого (через максимальну в цих умовах продуктивність) його прояву.

Результати дослідження. У середині XIX ст. на значних площах у передгірських лісах Карпат було проведено суцільні вирубування мішаних деревостанів, до складу яких входили бук, ялиця, ялина, явір й інші породи. На їх місці були створені чисті ялинові культури, часто з насіння австрійського