



УДК 502.47.7

І. О. Одукалець, М. М. Мусієнко

**СТАН ВИДІВ РОДУ *PINUS L.* В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВМІСТУ ЕЛЕМЕНТІВ  
МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ В НАЦІОНАЛЬНОМУ ПРИРОДНОМУ ПАРКУ  
«ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ»***Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Доведено, що стан сосни звичайної на досліджуваних ділянках може залежати як від вмісту мінеральних елементів ґрунту, здатності рослин, що ростуть на ньому поглинати і віддавати елементи, що залежить від віку рослин, так і від експозиції схилу, а також типу ґрунту. Отримані результати досліджень вказують на те, що *P. sylvestris* зростає у несприятливих для неї умовах. Сухі дерева на дослідних ділянках мають товщину стовбура 16-18 см, а це може вказувати на те, що були пошкоджені в основному старі дерева, що є наслідком тривалої дії несприятливого фактору. Висунута нами гіпотеза, що ґрунтовий кальцій впливає на стан сосни не підтвердилася.

*Ключові слова:* *Pinus sylvestris L.*, ґрунт, поживні речовини, антропогенний ландшафт, деревостан.

И. О. Одукалец, Н. Н. Мусиенко.

**СОСТОЯНИЯ ВИДОВ РОДА *PINUS L.* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ  
ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДНОМ  
ПАРКЕ «ПОДОЛЬСКИЕ ТОВТРИ»***Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка*

Доказано, что состояние видов рода *Pinus L.* может зависеть как от состава минеральных элементов в почве, от способности растений поглощать и отдавать элементы, что зависит от возраста растений а также от экспозиции склона, типа почвы. Полученные нами результаты показали, что *P. sylvestris* растет в неблагоприятных для рода условиях. Сухие деревья на площадях исследования имеют толщину ствола 16-18 см, а это может говорить о том, что в основном были повреждены старые деревья, что есть результатом длительного воздействия неблагоприятных факторов. Наша гипотеза, что элементы кальция в почве влияют на состояние сосны, не подтвердилась.

*Ключевые слова:* *Pinus sylvestris L.*, почва, питательные вещества, антропогенный ландшафт, древостой.

I. O. Odukalets, M. M. Musienko.

**INFLUENCE OF MINERAL ELEMENT CONTAMINATION ON *PINUS L.* SPECIES  
IN NATURAL PARK 'PODILSKI TOVTRY'***Taras Shevchenko Kiev National University*

It was proved that the condition of pine population could depend on contamination of mineral elements in soil, on assimilation ability of plants, on plant age, gradient of slope, and soil type. The results of our investigations showed that *P. sylvestris* could grow ven in unsuitable conditions. The dry trees of population have stem with diameter of 16-18 cm. We suggested that mainly old trees were damaged by unfavorable factor. Our hypothesis that soil calcium could influence the living condition of pines was not confirmed.

*Key words:* *Pinus sylvestris L.*, soil, nutrition, anthropogenic landscape.

Хвойні насадження на території НПП «Подільські Товтри» створені у 70-80 роках минулого століття. Саме під час будівництва Дністровського водосховища було

проведено лісомеліоративні заходи, з метою укріплення берегів та зупинення ерозійних процесів (Вакулук, 2000). Актуальним є вивчення факторів впливу на стан шпилькових насаджень, оскільки спостерігаються негативні тенденції зміни стану фітоценозів.

На території НПП «Подільські Товтри» зустрічаються насадження *Pinus sylvestris* L., *P. pallasiana* D.Don, *P. nigra* J.F. Arnold (3144 га). Розподіл території за користувачами наступний: землі, що надані у постійне користування НПП Подільські Товтри 984 га (49,6 %); ДП Кам'янець-Подільське лісове господарство 1172 га (8%); КП Надра Кам'яниччини 988 га (9,1%) .

Відомо, що запаси поживних речовин в ґрунтах у багато разів перевищують потребу в них рослин. Проте велика частина з них представлена недоступними для рослин сполуками. Валовий вміст поживних речовин в орному шарі різних ґрунтів різний. Наприклад, вміст фосфору ( $P_2O_5$ ) у багатьох ґрунтах становить 0,03-0,25%. Близько половини його знаходиться в мінеральній формі, а половина – у формі органічних сполук. У слабо окультурених торф'яних ґрунтах на фосфор в органічній формі припадає до 70%. Деяка кількість його міститься в поглинутих ґрунтовими колоїдами стані. Значна частина мінеральних форм фосфору в кислих підзолистих ґрунтах і червоноземах знаходиться у важкодоступних для рослин фосфатах заліза й алюмінію. В нейтральних ґрунтах, наприклад у чорноземах, мінеральний фосфор представлений більш доступними для рослин фосфатами кальцію і магнію.

На частку калію ( $K_2O$ ) у ґрунті доводиться 0,6-3% маси ґрунту. Більше калію міститься в глинистих і суглинистих ґрунтах, а в ґрунтах легкого механічного складу (піщаних і супіщаних) його значно менше. Кількість обмінного калію в орному шарі становить, кг/га: у підзолистих ґрунтах – 150-300, чорноземах – 400-900, сіроземах – 600-1500. На відміну від азоту і фосфору калій не утворює в рослинах міцні органічні комплекси. Тому кількість його в органічній речовині ґрунту незначна.

Кальцію (Ca) в ґрунтах близько 0,2-2% і більше від їх маси. Він представлений силікатами, карбонатами, гіпсом, фосфатами та іншими сполуками. Найбільш багаті обмінним кальцієм чорноземи (близько 40 мгекв). Найменша кількість його зустрічається в підзолистих ґрунтах (5-8 мгекв), що пов'язане з їх кислотністю. Вапнуванням не тільки зміщується реакція ґрунту, але і поліпшується живлення рослин кальцієм.

Вміст магнію становить 0,4-4% і більше від маси ґрунту і залежить від складу материнської породи. В ґрунтах, що утворилися на суглинках і глинах, більше магнію, ніж в ґрунтах, що виникли на пісках. Близько 90-95% магнію в ґрунті входить до складу різних мінералів, головним чином силікатів і алюмосилікатів, які важко розчиняються у воді, тому що міститься в них, магній не може бути безпосередньо використаний рослинами. Близько 5-10% магнію знаходиться в поглинутому (обмінному) стані. Обмінний магній як і обмінний калій, відіграє найважливішу роль в живленні рослин, поповнюючи кількість магнію у ґрунтовому розчині по мірі споживання його рослинами. Незначна частина магнію в ґрунті зустрічається у формі органічних речовин, після розкладання яких він стає доступним для рослин.

Найбільш багаті магнієм чорноземи, каштанові ґрунти і сіроземи. Менше магнію в піщаних, супіщаних і деяких торф'яних ґрунтах. Найважливішою властивістю ґрунту є його родючість – здатність забезпечувати рослини водою, елементами живлення і повітрям.



Окрім згаданих мінеральних елементів і гумусу, важливу роль відіграє водний і повітряний режим, що залежить від виду ґрунту і вмісту в ньому гумусу. Останні в свою чергу впливають на пористість, вологемність і водопроникність ґрунтів і тим самим – на їх тепловий баланс. Так, у пухкому ґрунті пористість верхнього шару (до 70 см) становить 20-30%; води мало – 10-20%, її вміст збільшується тільки на великій глибині. Інше співвідношення спостерігається у важких ґрунтів. Вода заповнює в них практично всі пори. Тільки верхній горизонт глибиною 30 см забезпечений повітрям (не більше 15%). Велика домішка як глинистих, так і піщаних частинок знижує якість ґрунту. Піщані (легкі) ґрунти мають малу вологемність. Вони дуже швидко висихають. Глинисті (важкі) ґрунти містять дуже мало повітря, тому вони погано прогриваються і таким чином затримують ріст рослин і діяльність ґрунтових організмів. Найкращі умови для росту рослин мають пилюваті суглинки і суглинки, їх водні та повітряні оптимальні режими. Розрізняють фізичну і фізіологічну сухість ґрунту. При фізичній сухості земля переживає недостачу вологи. Це відбувається при атмосферній посуші, коли надходження води різко скорочується, що зазвичай спостерігається в місцях із сухим кліматом, де ґрунт зволожується тільки за рахунок атмосферних опадів. Фізіологічна сухість ґрунту – явище більш складне. Вона виникає в результаті фізіологічної недоступності фізично доступної води. Рослини при фізіологічній сухості страждають навіть на вологих ґрунтах, коли низька температура ґрунтового покриву або інші несприятливі умови перешкоджають нормальному функціонуванню кореневої системи. Наприклад, на сфагнових болотах, незважаючи на велику кількість вологи, вода виявляється недоступною для багатьох рослин через високу кислотність ґрунту, погану аерацію і наявність токсичних речовин, які порушують нормальну фізіологічну функцію кореневої системи.

Велику роль у формуванні ґрунту відіграє рельєф. На однакових і одновікових формах рельєфу утворюються близькі і однотипні ґрунти. На місцевості з розчленованим рельєфом, неоднаковим рівнем ґрунтових вод спостерігаються розбіжності в кліматі, режимі тепла, швидкість випаровування поверхневої вологи і в розподілі атмосферних опадів. Все це істотно впливає на фізичні і хімічні властивості ґрунтів, а також і на характер рослинного покриву і тваринного світу (Матвеев. Козлов 2008).

За даними літератури (Шелуха, 2003) забруднення повітря промисловими поллютантами тривалий час веде до порушення фізіологічних функцій рослин, кругообігу речовин в системі повітря – земля – вода – рослина. Пошкодження і пригнічення діяльності асиміляційного апарату призводить до порушення обміну речовин в рослині і, як наслідок, до інгібування приросту рослин. Приріст дерев в діаметрі, за впливу несприятливих факторів, починає знижуватися раніше, ніж приріст у висоту, що зумовлює його використання в цілях біоіндикації ступеня пошкодження деревостанів промисловими емісіями. При вивченні приросту дерев, підданих впливу кислих забруднень (металургійні виробництва) і лужних пилів (вугільні електростанції) було встановлено, що радіальний приріст зменшується на 15...80%.

#### **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Під час досліджень нами були використані наступні методи: таксономічні - для закладання пробних площ; біометричні - для визначення показників дерев та оцінки їх продуктивності; аналітичні, та методи математичної статистики для опрацювання отриманих експериментальних даних.

Обрані для дослідження території зростання *Pinus sylvestris* L. поблизу населених пунктів: постійна пробна площа (далі ППП) №1 (с.Сурженці), постійна пробна площа №2 (с.м.т. Стара Ушиця) і постійна пробна площа №3 (с. Гораївка), характеризуються наступними таксаційними особливостями.

Для дослідження стану сосни у лісовому масиві ППП №1 було обрано квартал 18, виділ 10, площею 32,0 га, що знаходиться в постійному користуванні КП «Надра Кам'янецьчини». Ділянка розташована на схилі північної експозиції 30°. Деревостан горизонтальної зімкнутості, 3-го класу естетичної оцінки, 3 класу пішохідної доступності, з середньою рекреаційною оцінкою, 1 стадією дигресії та 3 класом стійкості. Сосни на цій території мають вік 34 роки, висоту – 8 м і середній діаметр стовбура –12 см.

Сосна займає 1 ярус, відноситься до групи віку 3, клас бонітету – 3. Запас деревини на одному га – 80 м<sup>3</sup>, на виділі – 2,56 тис. м<sup>3</sup>.

ППП №2 дослідження проводилися у ДП Кам'янець-Подільському лісовому господарстві – кварталі 21, виділі 8. Насадження сосни тут займають площу в 1 га. Ділянка розташована на схилі західної експозиції 15°. Деревостани горизонтальної зімкнутості, 2-го класу естетичної оцінки, 1-го класу пішохідної доступності з високою рекреаційною оцінкою, 2 класом стійкості та 2 стадією дигресії. Територія являє собою ландшафтний заказник місцевого значення «Староушицький». Насадження сосни віком 33 роки, висота – 6 м і середній діаметр стовбура –10 см. Займає 1 ярус, відноситься до 3 групи віку, клас бонітету – 3. Запас деревини на одному га – 60 м<sup>3</sup>, на виділі – 0,6 тис. м<sup>3</sup>.

ППП №3 розташована на території земель, що надані у постійне користування НПП «Подільські Товтри». Лісівничі дослідження проводились у 58 кварталі, виділі 11. Дана ділянка займає площу в 1,2 га. Деревостани горизонтальної зімкнутості, 2 класу естетичної оцінки, 3 класу пішохідної доступності, середньої рекреаційної оцінки, 2 класу стійкості та 1 стадії дигресії. Вік соснових насаджень 25 років, висота – 9 м, діаметр – 12 см. Займають 1 ярус, відносяться до 3 групи віку, клас бонітету – 2. Запас деревини на одному га – 140 м<sup>3</sup>, на виділі – 0,17 тис. м<sup>3</sup>.

Для оцінки стану сосни в умовах дії чинників середовища було запропоновано шкалу, за якою можна оцінити ступінь впливу промислових викидів (див. табл. 1) (Шелухо, 2003).

Таблиця 1

Шкала стану *P. sylvestris* за дії промислових викидів (за Шелухо, 2002)

Категорія стану дерева	Біоморфологічні ознаки	Стан крони
1. Без ознак пошкодження	Дерева без зовнішніх ознак ослаблення, крона гостроконічна, у верхній половині відмерлих гілок немає, хвоя темно-зелена, одиничні хлорози і некрози хвої, техногенний наліт на кроні, стовбурі	Нормально розвинута



2. Ослаблені	Дерева зі слабо ажурною кроною, наявністю мертвих чи засихаючих гілок верхньої частини крони, з вкороченим приростом, з хлорозами до 1/3 частини, строк життя хвої до 1 року менше характерного для регіону	Крона тупоконічна, з початковими ознаками деформації
3. Сильноослаблені	Дерева з ажурною кроною, світло-зеленою і матовою хвоєю, з сильновкороченим приростом, з пошкодженням до 2/3 хвої, з засиханням до 2/3 гілок верхньої частини крони, з суховершинністю, строк життя хвої на 2-3 роки менше характерного регіону  1-2 роки менше характерного для регіону	Ажурна крона, що руйнується
4. Засихаючі	Дерева з сильноажурною деформованою кроною, хлоротично вкороченою хвоєю з ураженням її до 2/3 хлорозом і некрозами, більше 2/3 гілок верхньої частини крони сухі чи засихаючі, густина крони 15-20% у порівнянні зі здоровими деревами; суховершинність, ознаки поселення стовбурових шкідників	Сильно-деформована, зруйнована крона з небагатьма живими гілками
5. Сухостій	В перший рік після загайбелі на дереві можуть бути залишки сухої хвої, гілки 4-5 порядку; заселення стовбура ксилофагами; в подальшому відбувається поступова втрата кори і гілок	Зруйнована крона без живих гілок

Відповідно до цієї шкали, досліджувані нами ППП №1-3 характеризувалися наявністю засихаючих дерев сосни – відповідно 38% і 60%.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз ґрунту на досліджуваних ділянках показав деякі відмінності у вмісті основних макроелементів, рН середовища, гумусу (табл. 2). Проаналізувавши отримані результати, можна сказати, що ґрунт досліджуваних територій характеризувався високим вмістом гумусу, окрім зразка глини взятого поблизу с.Гораївка. На ППП №1-2 рН ґрунту був нейтральним, а у ППП №3 – слабокислим. Що стосується вмісту кальцію, показано, що на ППП №1-2 кількість його разом з магнієм практично однакова – 25,7 і 26,3 мгекв / 100 г відповідно. На ППП №3 вміст кальцію і магнію був значно меншим – 18,3 та 14,0 мгекв / 100 г у чорноземі та глині відповідно. Відмінності було показано і у вмісті ґрунтового азоту, калію та фосфору – найменше цих елементів було на ППП №3.

Таблиця 2

Аналіз ґрунту у місці зростання *P. sylvestris*

Показники Тип ґрунту	рН	Са+Mg, мгекв / 100 г	Гумус, %	N, мг/г	P, мг/г	K, мг/г
<b>ППП №1</b>						
Чорнозем	7,1	25,7	4,47	131,6	56	152
<b>ППП №2</b>						

Чорнозем	7,0	26,3	3,22	78,4	17	123,5
<b>ППП №3</b>						
Чорнозем	6,6	18,3	3,22	98,0	13	78
Глина	6,4	14,0	0,56	44,8	9	50

Для з'ясування стану сосни звичайної нами було вивчено її ростові параметри, зокрема кількість сухих дерев на пробних ділянках, діаметр їх стовбура, висоту. Було показано, що на ППП№2 кількість сухих дерев становила приблизно 1-2 %, що мали діаметр 16 см. Знаючи, що за рік сосна в товщину збільшується приблизно на 3 мм, а насадження 33 річні, то дерева, що засохли відносяться до найстарших дерев території. Оскільки територія характеризувалася практично відсутністю сухих дерев, то нами було прийнято її за контроль, тобто ділянка характеризувалася відсутністю впливу на сосну негативних чинників, в тому числі і досліджуваного вмісту кальцію в ґрунті.

На ППП №3 було виявлено майже 60 % сухих дерев, з діаметром стовбура 18 см. Тобто, як і у випадку насаджень на ППП №2, сухі дерева є старими.

На ППП №1 теж відмічено значну кількість сухих дерев – близько 38 %, з діаметром стовбура 18 см.

Як вже згадувалося на пробній ділянці у селі Стара Ушиця кількість сухих сосен приблизно становила 1-2 %, тому цю територію було прийнято за контроль. Вміст кальцію складав тут 26,3 мгекв / 100 г. Порівнюючи з даною ділянкою результати досліджень ґрунту і стану *P. sylvestris*, на території в селі Сурженці, де кількість сухих сосен становила близько 38 %, вміст кальцію практично не відрізнявся від контрольної ділянки – 25,7 мгекв / 100 г. Тобто в даному випадку не простежується дія ґрунтового кальцію на стан сосни. До того ж усі показники ґрунту – вміст гумусу, азоту, калію та фосфору, порівняно з контрольною ділянкою, були вищими. Здавалося, навпаки стан сосни на пробній ділянці в с. Сурженці мав бути кращим, ніж у селі Стара Ушиця. Ймовірно це можна пояснити умовами зростання. Так у селі Сурженці *P. sylvestris* зростає поблизу автомобільної траси, що може бути ще одним негативним фактором для росту сосни. Крім того, згадані ділянки відрізняються експозиціями схилу – у селі Сурженці досліджуваний об'єкт зростає на схилі північної експозиції у 30°, а у Старій Ушиці – на схилі західної експозиції у 15°. Ймовірно саме це і є визначаючим фактором стану сосни.

Що стосується території поблизу села Гораївка, порівняно з контрольною ділянкою, склад ґрунту мав би, сприяти кращому росту *P. sylvestris*, ніж отримані нами результати. Було показано, що рН ґрунту даної ділянки був слабокислим зі значно меншим вмістом кальцію, ніж на контрольній ділянці. Тобто знову ж таки, висунута гіпотеза не підтвердилася. Однак в даному випадку, ґрунт характеризувався найменшим вмістом азоту, фосфору і калію. Тобто, нестача згаданих елементів і могла призвести до значної кількості сухих дерев (близько 60 %) на цій території. Окрім того, територія знаходиться в долині річки Дністер і характеризується значною кількістю глинистого ґрунту. А як відомо, глинистий ґрунт характеризується дуже малими часточками, які за розміром складають близько 0,003 мм. Вони заповнюють майже весь обсяг ґрунтового простору, утворюючи дуже щільну структуру. Саме тому глинисті ґрунти вкрай несприятливі для землеробських робіт і характеризуються низькою аерацією і вологостійкістю, повільно прогриваються і схильні до утворення застійних процесів. Тому, ймовірно, сосна звичайна за таких умов погане росте.



Крім того, відомо, що склад ґрунту залежить і від рослинності, яка зростає на ньому. Було показано (Ремезов, 1956), у 14-річному віці сосна звичайна щорічно поглинає коренями і повертає в ґрунт з опадом відповідно: азоту – 36,7 і 18; кальцію – 22,3 і 15; калію – 17,3 і 5; фосфору – 4,2 і 1,5; магнію – 4,7 і 3; в 30-річному віці: азоту – 47 і 21; кальцію – 43,9 і 23; калію – 19,4 і 6; фосфору – 5,9 і 1,5; магнію – 8,3 і 4; у 95-річному віці: азоту – 13 і 11, кальцію – 13,5 і 12; калію – 4,6 і 3; фосфору – 1,4 і 1; магнію – 2,5 і 1 кг на 1 га. Крім того, є відомості, що у сосняків у стадії змикання, порівняно з сосняками у стадії до змикання і зріджування, мінімальні вміст азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, а також загальна сума поглинутих основ. Це може пояснюватися тим, що середньовікова сосна максимально вилучає мінеральні елементи з ґрунту і мініимально повертає їх з опадом в ґрунт. Тобто 25 річні сосни на території поблизу села Горайівка, порівняно з 33 і 34-річними соснами в селі Стара Ушиця і Сурженці, можливо, більше поглинають і менше видають у ґрунт іонів кальцію, азоту, калію та фосфору. Таке пояснення, можливо, і дозволяє припускати, що сосна як кальцефоб, поглинаючи значну кількість кальцію в процесі свого росту, пошкоджується, а аналіз ґрунту, не дозволяє судити про реальну наявність кальцію та інших мінеральних елементів в ньому, оскільки значна їх кількість може бути поглинута рослинами.

#### ВИСНОВКИ

Доведено, що стан сосни звичайної на досліджуваних ділянках може залежати як від вмісту мінеральних елементів ґрунту, здатності рослин, що ростуть на ньому поглинати і віддавати елементи, що залежить від віку рослин, так і від експозиції схилу, а також типу ґрунту. Отримані результати досліджень вказують на те, що *P. sylvestris* зростає у несприятливих для неї умовах. Сухі дерева на дослідних ділянках мають товщину стовбура 16-18 см, а це може вказувати на те, що були пошкоджені в основному старі дерева, що є наслідком тривалої дії несприятливого фактору. Висунута нами гіпотеза, що ґрунтовий кальцій впливає на стан сосни не підтвердилася.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Вакулюк, П.Г. (2000). *Нариси з історії лісів України*. Фастів: Поліфаст.

*Всесоюзный государственный проектно-изыскательский институт «Союзгипролесхоз» Рабочие чертежи Облеснение неиспользуемых в сельском хозяйстве земель в защитной зоне Днестра по Пановецкому лесничеству Каменец-Подольского лесхоза Хмельницкого облупролесхозага* (1969). Харьков.

Матвеев, Н.М., & Козлов, Н.В. (2008). До питання про вплив екобіоморфного складу рослинного покриву на фізико-хімічні властивості ґрунту. *Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ*, 13(1), 151-160

*Проект організації та розвитку лісового господарства комунального підприємства «Надра Кам'янецьчини» Кам'янець-Подільської районної ради Хмельницької області. (2003) Ірпінь.*

Ремезов, Н.П. (1956). Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса. *Почвоведение*, 4(7), 68–79.

Шелухо, В. П. (2003). *Изменение сосновых биогеоценозов зоны широколиственных лесов при хроническом воздействии веществ щелочного типа: дис. доктора сел.-хоз. наук.: 03.00.16.* Брянск.

*Химический состав почвы.* Retrieved from: <http://www.rusagroweb.ru/poshvi/399-ximicheskij-sostav-pochvy.html>

#### REFERENCES

Vakulyuk, P.G. (2000). *History of Ukrainian Forests.* Fastiv: Polifast.

All-Soviet Unions State Research Project Institute (1969). *Draw sketches.* Kharkov.

Matveyev, N.M., & Kozlov, N.V. (2008). Towards the influence of eco-bio-morphological composition of vegetation on chemical and physical soil features. *Issues on bioindication and ecology. Zaporizhya: National University*, 13(1), 151-160

*Background of organization and development of Forest Public Utility Kam'yanets-Podilskoy District Council of Khmel'nitsaya region.* (2003). Irpin.

Remezov, N.P. (1956). Role of biological turnover of elements in soil creation under canopy. *Soil Sciences*, 4(7), 68–79.

Shelukho, V. P. (2003). *Changes of pine biogeocoenosis in zone of broad leaf forests under permanent influence of alkaline substance. (Thesis of doctoral dissertation).* Bryansk.

*Chemical composition of soil.* Retrieved from: <http://www.rusagroweb.ru/poshvi/399-ximicheskij-sostav-pochvy.html>