

І. Д. Примак
І. В. Лотоненко
Ю. П. Манько

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЛЕРОБСТВА



І. Д. Примак
І. В. Лотоненко
Ю. П. Манько

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

*За редакцією доктора сільськогосподарських наук,
професора І. Д. Примака*

Схвалено Міністерством аграрної політики України
як навчальний посібник для підготовки
фахівців напрямку 6.090101 «Агрономія»
у вищих навчальних закладах II–IV рівнів
акредитації Міністерства аграрної політики України

УДК 631.5 (075.8)

ББК 41.4я73

П75

І. Д. Примак, д-р с.-г. наук (Білоцерківський НАУ)

І. В. Лотоненко, канд. с.-г. наук (Харківський НАУ)

Ю. П. Манько, д-р с.-г. наук (НАУ)

Рецензенти: **В. І. Кисіль**, **Г. І. Демидась**, **М. Ю. Власенко**, д-ри с.-г. наук, **Є. М. Огурцов**, канд. с.-г. наук

П75 Наукові основи землеробства / І. Д. Примак, І. В. Лотоненко, Ю. П. Манько; За ред. І. Д. Примака. — К.: КВІЦ, 2008. — 192 с.

ISBN 978-966-2003-28-4

ББК 41.4я73

У навчальному посібнику висвітлені фактори життя рослин, їх зв'язок та закономірності взаємодії у землеробстві, основні закони землеробства та їх значення в практиці сільськогосподарського виробництва. Викладене поняття родючості ґрунту, наведені її види, критерії і показники, а також заходи відтворення та окультурення ґрунтів.

Показано значення світлового, теплового, повітряного, водного та поживного режимів у житті рослин та вказані способи їх регулювання. Викладені також методи прогнозування та програмування врожаїв сільськогосподарських культур.

ISBN 978-966-2003-28-4

© І. Д. Примак, І. В. Лотоненко,
Ю. П. Манько

ПЕРЕДМОВА

Для забезпечення оптимальних умов росту, розвитку та формування урожаю сільськогосподарських культур важливе значення має наявність у необхідній кількості всіх факторів їх життя: світла, тепла, вологи, повітря і поживних речовин. Серед них до регульованих людиною відносять вологу, повітря, поживні речовини. Завдання науки і практики землеробства полягає в опрацюванні і застосуванні заходів оптимізації цих факторів в конкретних агроландшафтах. При цьому важливо встановити закономірні зв'язки між надходженням ФАР і забезпеченням рослин вологою і поживними речовинами. Провідна роль в оптимізації регульованих факторів життя рослин належить фізичним властивостям ґрунту, які безпосередньо впливають на його водний, повітряний, тепловий, поживний режими, а відтак – на показники його родючості. Одночасно зі створенням оптимальних умов для рослин головною турботою агронома є збереження та підвищення родючості ґрунту, поліпшення умов інтенсивного стабільного розвитку галузі, його захист від пагубної дії водної і вітрової ерозії.

Для того, щоб правильно використовувати сільськогосподарські угіддя, запроваджувати зональні системи землеробства, розробляти конкретні науково обґрунтовані заходи для підвищення родючості ґрунту, необхідно перш за все досконало вивчити всі фактори, від яких залежить успіх у землеробській справі.

Ґрунтове вкриття разом з рослинним необхідно розглядати як єдину ґрунтово-біологічну екосистему, яка повинна забезпечувати потреби людей у продуктах харчування з одночасним збереженням та поліпшенням родючості ґрунту. У залежності від ґрунтово-кліматичних умов певної зони змінюються заходи щодо регулювання режимів у цих екосистемах. Так, у Поліссі вони спрямовані на зменшення надмірної зволоженості і кислотності ґрунтів, запобігання розвитку водної ерозії, а в Лісостепу і Степу проводять заходи для збереження і накопичення запасів продуктивної вологи в ґрунті і запобігання ерозії шляхом упродовження ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Отже, лише глибоке розуміння наукових основ землеробства та їх уміле застосування здатне забезпечити збереження і поліпшення родючості ґрунтів, збільшення виробництва зерна, кормів та інших видів сільськогосподарської продукції.

Мета навчального посібника – надати допомогу студентам агрономічних спеціальностей і спеціалістам аграрного виробництва в освоєнні новітніх прогресивних напрямів та досягнень сільськогосподарської науки.

1. ФАКТОРИ ЖИТТЯ РОСЛИН ТА ЗАКОНИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Добрий ріст і розвиток рослин можливий лише при забезпеченні їх у достатній кількості і оптимальному співвідношенні всіма необхідними умовами життя, що дасть змогу щорічно отримувати сталі врожаї сільськогосподарських культур з високими якісними показниками. Серед множини цих умов виділяються такі, що носять назву факторів життя рослин.

1.1. Фактори життя рослин

Фактори життя рослин – це ті обов'язкові умови екологічного середовища їх існування, які не можна замінити іншими

Усі фактори життя рослин за можливістю регулювання їх надходження поділяють на дві групи – космічні, нерегульовані та земні, регульовані людиною. До космічних факторів відносять світло і тепло, а до земних – повітря, воду, поживні речовини. Окрім факторів життя рослин варто враховувати також інші фактори екологічного середовища, які не є обов'язковими для існування рослин.

Усі живі організми і навколишнє середовище являють собою єдину природну екосистему. Учені В.Д. Іванов та О.М. Заяц вважають доцільним поділ факторів екологічного середовища залежно від їх природи на абіотичні і біотичні. До абіотичних належать: кліматичні (світло, тепло, волога), атмосферні (повітря), едафічні (поживні речовини, реакція ґрунтового розчину), орографічні (рельєф). За способом дії на рослину розрізняють фактори екологічного середовища прямої фізіологічної дії, топічні (світло, тепло, вода, поживні речовини, повітря) і опосередкованої дії, ентопічні (клімат, ґрунтове вкриття, ерозія, внесення добрив, обробіток ґрунту). Біотичні фактори об'єднують у собі всі живі організми (мікроорганізми, рослинний і тваринний світ, людське суспільство). Фактори життя рослин взаємопов'язані і в період росту і розвитку рослин діють об'єктивно, що знайшло відображення в законах землеробства. Зв'язок і взаємодію факторів життя рослин можна відобразити у вигляді схеми (рис. 1.1).

Кліматичні й атмосферні фактори справляють безпосередню дію на рослини, фактично не регулюються людиною (крім теплиць, кліматичних камер, фітотронів тощо) і тому розглядаються в посібнику лише частково.

Едафічні фактори надходять до рослин головним чином з ґрунту (волога, поживні речовини). Вони можуть повністю регулюватися людиною внаслідок безпосередньої дії на ґрунт (обробіток ґрунту, полив, внесення добрив тощо).

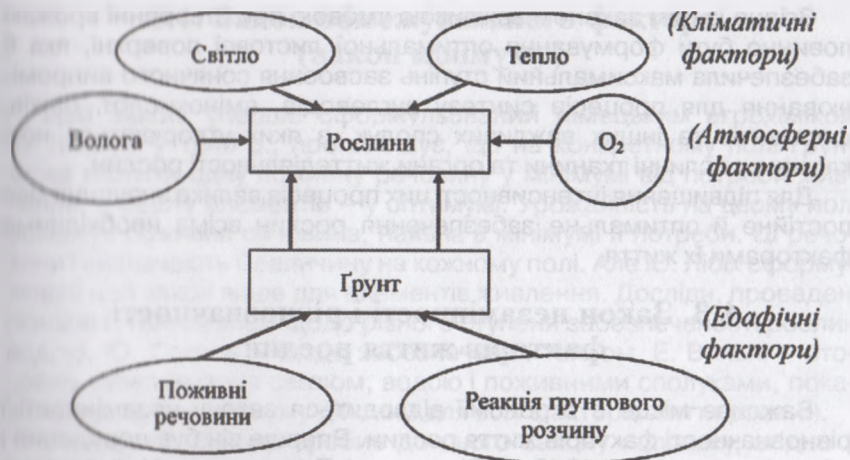


Рис. 1.1. Зв'язок і взаємодія факторів життя рослин

Важким внеском у вивчення дії земних факторів стали наукові дослідження таких учених, як Ю. Лібих (1803–1873), Г. Гельрігель (1831–1895), Ю. Сакс (1832–1897), Е. Вольні (1846–1901), В.Р. Вільямс (1863–1939), Е. Мітчерліх (1874–1956) та ін. На основі детального аналізу й узагальнення експериментальних даних ці вчені виявили і встановили цілий ряд закономірностей дії факторів життя рослин, що в подальшому були викладені у вигляді законів землеробства, які відображають об'єктивні процеси, що відбуваються у природі. Вони застерігають від помилок в практиці, а також дають змогу більш раціонально використовувати не лише земельні ресурси, а й сільськогосподарські знаряддя, машини та паливомастильні матеріали. У міру розвитку наукового землеробства завдяки новим відкриттям і дослідженням в агрономії відбувається конкретизація та уточнення вже існуючих законів.

За часом відкриття та загальним значенням у біології й агрономії провідне місце належить закону автотрофності зелених рослин.

1.2. Закон автотрофності зелених рослин

Закон автотрофності зелених рослин поєднує в собі теорію фотосинтезу та мінерального живлення рослин. Суть цього закону полягає в тому, що зелені рослини, використовуючи енергію сонячного випромінювання та поглинаючи з повітря вуглекислий газ, а з ґрунту воду та мінеральні сполуки, синтезують усі необхідні їм органічні речовини в кількості, яка забезпечує повний розвиток і високу врожайність рослин (Гунар І.І., 1967).

Згідно із цим законом важливою умовою при створенні врожаю повинно бути формування оптимальної листової поверхні, яка б забезпечила максимальний ступінь засвоєння сонячного випромінювання для процесів синтезу вуглеводів, амінокислот, білків, ферментів та інших важливих сполук, з яких утворюються нові клітини, рослинні тканини та органи життєдіяльності рослин.

Для підвищення інтенсивності цих процесів велике значення має постійне й оптимальне забезпечення рослин всіма необхідними факторами їх життя.

1.3. Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин

Важливе місце в агрономії відводиться закону незамінності і рівнозначності факторів життя рослин. Вперше він був доведений і сформульований у 1842 р. Вігманом і Польстером. Цей закон є основоположним, оскільки внаслідок рівнозначності і незамінності факторів проявляється дія інших законів – мінімуму і сукупної дії. Суть цього закону полягає в тому, що жоден з факторів життя рослин не можна повністю виключити або замінити іншим: в обох випадках загибель рослин неминуча.

Це положення знайшло чітке підтвердження у наукових дослідженнях, проведених у 1859 р. І. Кнопом і Ю. Саксом, які вперше встановили необхідний склад поживних речовин для повного розвитку рослин. Було виявлено, що при відсутності одного з макроелементів (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка) чи мікроелементів (залізо, мідь, цинк, молібден, бор) у субстраті рослини не плодоносили і гинули.

Пізніше академік В.Р. Вільямс узагальнив цей взаємозв'язок між умовами середовища і рослинами, поширивши його дію на всі фактори життя рослин. Він запропонував цей закон формулювати так: жоден з факторів життя рослин не може бути замінений іншим.

Наприклад, недостатню кількість води неможливо компенсувати за рахунок внесення добрив, додаткового освітлення, збільшення кількості вуглекислого газу або кисню та ін.

Друга частина змісту цього закону у інтерпретації В.Р. Вільямса свідчить про те, що всі фактори життя за їх значенням для існування рослин рівні. При цьому розглядалися і космічні фактори, і фактори земного походження. Отже, для отримання високої продуктивності рослини необхідно забезпечити всіма необхідними факторами життя. Якщо хоч один фактор відсутній, рослини гинуть.

1.4. Закон обмежувального фактора (закон мінімуму)

Цей закон, уперше сформульований німецьким агрохіміком Ю. Лібихом у 1840 р., проголошує, що на конкретному полі ґрунт може містити одну поживну речовину у мінімумі від потреби живлення, а решту елементів – у оптимумі. Урожайність на цьому полі обмежує поживна речовина, наявна в мінімумі її потреби. Ці речовини і визначають її величину на кожному полі. Але Ю. Лібих сформулював цей закон лише для елементів живлення. Досліди, проведені пізніше Г. Гельрігелем щодо різного ступеня забезпеченості рослин водою, Ю. Саксом – щодо забезпечення теплом, Е. Вольні – щодо забезпечення світлом, водою і поживними сполуками, показали, що закон мінімуму дійсний для всіх факторів життя рослин.

Учений Ю. Лібшер зробив до цього закону поправку, згідно з якою рослини з тим більшою ефективністю використовують фактор, що перебуває в мінімумі, чим більше інших факторів перебувають в оптимумі. Досягти суттєвого підвищення урожайності можна лише при підвищенні забезпеченості культури усіма факторами, яких не вистачає.

Як вважав В.Р. Вільямс, найбільший урожай можна отримати при оптимальній присутності фактора, а при мінімальній і максимальній кількості фактора урожай буде завжди менший від оптимуму. Ця закономірність була відображена в законі, який свідчить, що розвиток рослин і рівень урожайності культури визначається факторами, кількість яких є недостатньою або надмірною, а також іншими обмежувальними причинами.

Із цього закону випливає три основних положення:

1. Величина врожайності визначається фактором, що перебуває у мінімумі.

Наприклад, у ґрунті міститься необхідна кількість рухомих поживних сполук для формування 50 ц/га зерна озимої пшениці, а запасів продуктивної вологи – для 30 ц/га. Урожайність буде становити 30 ц/га.

2. Якщо один з факторів відсутній або перебуває у надмірній кількості, урожайність може дорівнювати нулю.

Наприклад, у ґрунті повністю відсутні запаси продуктивної вологи при наявності рухомих форм азоту або фосфору. У цьому разі врожайність буде дорівнювати нулю.

3. Максимальна врожайність формується, якщо всі фактори життя рослин перебувають в оптимальній кількості.

Таким чином, під час розробки системи землеробства для конкретного регіону необхідно правильно визначити обмежувальні фактори та причини, які стримують інтенсивність землеробства на

певний період часу (способи та строки проведення обробітку ґрунту, його глибина, підбір попередників тощо).

Інколи обмежувальними факторами виступають опосередковані, тимчасові (забур'яненість, недостатня норма висіву тощо). Тому необхідно постійно створювати такі умови, щоб усі фактори життя були близькими до оптимальних. Чим більше факторів перебувають в оптимумі, тим менша негативна дія мінімуму.

У Лісостепу та Степу України найчастіше мінімумом, що обмежує величину врожаю, є брак запасів продуктивної вологи у ґрунті, а в Поліссі – погані фізико-хімічні властивості ґрунту і недостатня його забезпеченість рухомими поживними речовинами. Для кожного року характерний свій мінімум (волога, тепло тощо). Тому це обов'язково необхідно враховувати під час розробки системи агротехнічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур на конкретному полі у господарстві.

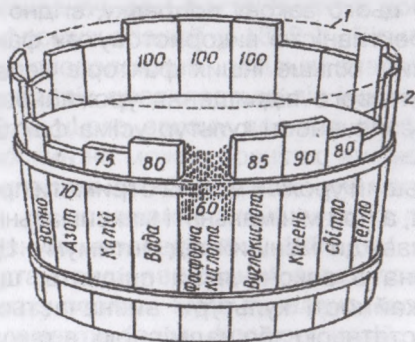


Рис. 1.2. «Діжка Добенека» – графічне зображення, що ілюструє дію закону мінімуму за К.А. Тимірязєвим:

- 1) максимально можливий урожай;
- 2) фактичний урожай

Дію закону мінімуму можна представити у вигляді «діжки Добенека», клепки якої мають різну висоту і показують ступінь забезпеченості рослин різними факторами життя (рис. 1.2).

Як і рівень води в діжці, що визначається за рівнем найнижчої клепки, так і величина урожайності визначається за фактором, що перебуває у мінімумі. Отже, найбільшим урожай буде при усуненні мінімуму всіх факторів, тобто при їх оптимальній кількості.

1.5. Закон мінімуму, оптимуму, максимуму

Дуже близький до закону обмежувального фактора закон мінімуму, оптимуму, максимуму. Цей закон вперше був сформульований Ю. Саксом: найбільший урожай можливо отримати лише при оптимальній кількості кожного фактора, а в міру збільшення або зменшення останнього врожайність знижується. Для ілюстрації закону мінімуму, оптимуму і максимуму широко використовують дані досліджень, одержані Гельрігелем, які підтверджуються багатьма дослідженнями (рис. 1.3).

У цьому досліді рослини ячменю вирощувалися в скляних посудинах, які заповнювалися тим самим за родючістю ґрунтом.

Усі умови вирощування рослин, крім вологості ґрунту у посудинах, були однаковими. Вологість ґрунту визначали за найменшою вологоємністю, яка в досліді відповідала рівню вологості 100%. У кожній з 8 посудин вологість підтримувалася на різних рівнях по відношенню до найменшої вологоємності: 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 і 100%.

Після завершення досліді урожай у залежності від вологості ґрунту розподілявся таким чином:

Вологість ґрунту, %	5	10	20	30	40	60	80	100
Урожай, г сухої речовини	1	63	146	172	217	227	197	0.

Як свідчать дані, одержані у досліді Гельґіґеля, максимальний урожай ячменю відповідав оптимальній вологості ґрунту у посудині (60% від НВ). Мінімум і максимум фактора (кількість води) не забезпечили одержання врожаю.

Визначення цього закону, зроблене В.Р. Вільямсом (1939), полягає в тому, що найбільший урожай досягається при середньому «оптимальному» значенні фактора; при найменшому (мінімальному) і найбільшому (максимальному) значенні фактора врожайність дорівнює нулю.

Д.М. Прянишников (1937) висловлював думку про те, що для одержання високого врожаю належної якості необхідно, щоб усі фактори життя рослин були представлені в певних гармонійних співвідношеннях, що найбільше відповідають потребі рослин у визначені періоди росту і розвитку.

Таким чином, на основі цього закону можна стверджувати, що дія кожного фактора життя рослин визначається трьома рівнями: мінімальним, оптимальним і максимальним. При мінімальному рівні спостерігається найменша продуктивність рослин, при оптимальному відбувається найкращий розвиток рослин і, відповідно, формування найбільшого врожаю, максимальний рівень негативно впливає на розвиток рослин, що в кінцевому результаті призводить до їх загибелі.

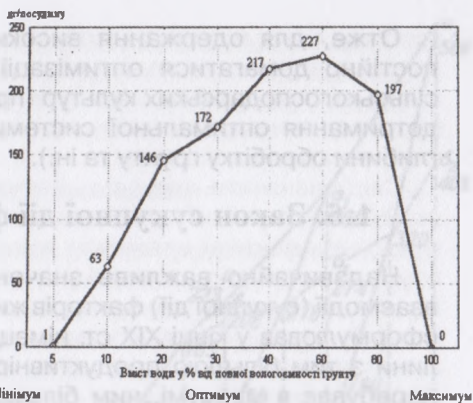


Рис. 1.3. Зміна величини врожаю за різного забезпечення рослини ячменю водою в досліді Гельґіґеля

Отже, для одержання високих і сталих урожаїв необхідно постійно домагатися оптимізації усіх заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур (правильне розміщення у сівозміні, дотримання оптимальної системи удобрення, способів, строків, глибини обробітку ґрунту та ін.).

1.6. Закон сукупної дії факторів життя рослин

Надзвичайно важливе значення у землеробстві має закон взаємодії (сукупної дії) факторів життя рослин. Основу цього закону сформулював у кінці XIX ст. німецький дослідник Ю. Лібшер: рослини з тим більшою продуктивністю використовують фактор, що перебуває в мінімумі, чим більша кількість інших факторів перебуває в оптимумі. Багато дослідників робили спробу математично довести залежність урожаю від факторів життя рослин, використовуючи при цьому положення закону сукупної дії факторів. Найбільших успіхів у цьому напрямі досяг Е. Мітчерліх. Згідно із визначенням Е. Мітчерліха, цей закон формулювався так: приріст врожаю залежить від кожного фактора життя рослин і його інтенсивності, він адекватний різниці між можливим максимальним і дійсно отриманим врожаєм.

Учений експериментально визначив коефіцієнти використання окремих факторів життя на 1 мм опадів: N – 0,2%; P₂O₅ – 0,6; K₂O – 0,4; M_gO – 2,0 (рис. 1.4).

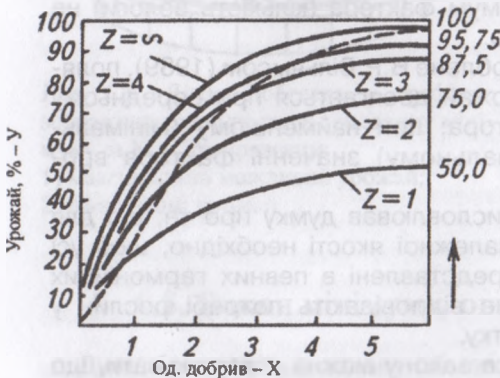


Рис. 1.4. Зміна врожаю сільськогосподарських культур при дії на два фактори

Серія графічного зображення кривих свідчить, що зі збільшенням другого фактора (Z) ці криві мають вищий рівень урожаю.

Більш чітко визначення цього закону запропонував В.Р. Вільямс: найбільша ефективність всякого фактора здійснюється тільки при повній забезпеченості рослини всіма іншими факторами.

Ця думка підтверджується тим, що фактори життя діють на рослини не ізольовано

один від одного, а в певному взаємозв'язку та взаємній залежності.

Закон сукупної дії В.Р. Вільямс проілюстрував даними досліді Е. Вольні, у якого протягом 1890–1891 рр. він навчався (рис. 1.5).

Графік демонструє одночасну дію трьох факторів життя рослин –

світла, води і поживних речовин, яка обумовлює ріст урожайності.

За інтенсивної посухи порушується забезпеченість рослин водою, що призводить до поганого засвоєння рослинами поживних речовин, а також сонячної радіації.

Навпаки, надмірне зволоження ґрунту порушує повітряний режим, унаслідок чого погіршується інтенсивність поглинання поживних речовин. Отже, кожний фактор проявляє свою максимальну дію, коли більшість інших факторів перебуває в оптумі. Усі фактори життя рослин проявляють свою дію найбільш ефективно тільки в сукупності. Тому в землеробстві для одержання максимальної урожайності необхідно постійно регулювати екологічне середовище рослин в напрямку оптимізації всіх факторів їх життя.

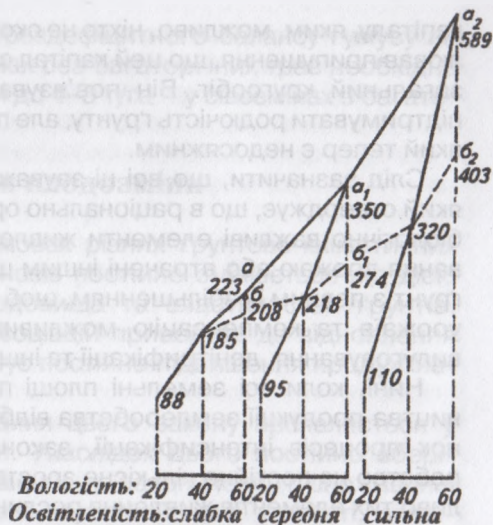


Рис. 1.5. Залежність урожаю від факторів життя рослин: освітлення, вологості, удобрення (а – ґрунт удобрений; б – не удобрений)

1.7. Закон повернення поживних речовин у ґрунт

Закон повернення поживних речовин у ґрунт вважається одним з найстаріших законів. Він був відкритий і сформульований у середині XIX ст. одним з основоположників агрохімічної науки Ю. Лібіхом. Його сутність зводилася до того, що всі елементи мінерального живлення рослин, які використовуються ними при формуванні врожаю, окрім азоту, повинні повністю повертатися в ґрунт з добривами. Порушення цього закону, на думку Ю. Лібіха, рано чи пізно веде до втрати родючості ґрунту.

К.А. Тимірязев і Д.М. Прянишников назвали цей закон одним з величних надбань агрономічної науки. Але закон повернення, викладений Лібіхом, мав багато протиріч. Помилковим було у його першому формулюванні заперечення про необхідність повернення у ґрунт зв'язаного азоту.

Учений ґрунтознавець П.А. Костичев виступав проти тлумачення закону, яке пропонував Ю. Лібіх. Він писав, що прагнення не виснажувати ґрунт може привести до накопичення в ньому мертвого

капіталу, яким, можливо, ніхто не скористається. Дослідник висловлював припущення, що цей капітал слід добути з ґрунту і залучити в загальний кругообіг. Він пов'язував це з можливістю не лише підтримувати родючість ґрунту, але підвищити його до такого рівня, який тепер є недосяжним.

Слід зазначити, що всі ці зауваження не змінюють суті закону, який стверджує, що в раціонально організованому господарстві всі біологічно важливі елементи живлення, взяті з ґрунту на формування врожаю або втрачені іншим шляхом, повинні повертатися в ґрунт з певним їх збільшенням, щоб забезпечити неперервний ріст урожаїв та компенсацію можливих їх втрат за рахунок ерозії, вилуговування, денітрифікації та інших небажаних явищ.

Нині, коли всі земельні площі повністю освоєні і ріст виробництва продукції землеробства відбувається в основному за рахунок процесів інтенсифікації, закон повернення орієнтує землеробство на постійне кількісне зростання повернення в ґрунт, особливо тих елементів живлення рослин, які перебувають у мінімумі.

Закон повернення має дуже важливе значення для збереження і наступного підвищення родючості ґрунту. Якщо не дотримуватися закону повернення, то ріст врожайності буде відбуватися з постійним відчуженням і втратами гумусу – одного з важливих компонентів потенційної й ефективної родючості ґрунту. Тому одним з показників раціонального ведення землеробства відповідно до закону повернення вважається підтримання у ґрунті балансу таких дефіцитних, біологічно важливих елементів живлення рослин, як азот, фосфор і калій.

У зв'язку з цим академік В.Д. Панніков пояснює повільний ріст урожайності тим, що баланс поживних речовин у землеробстві протягом довгого часу порушувався і був дефіцитним. Винесення урожаю було із ґрунту більше, ніж повернення в нього. Повернення азоту і калію в ґрунт у 30–40-х роках, наприклад, становило третину, а в останні роки – не більше половини. Дефіцит фосфору, як відмічав учений, в більшості ґрунтів проявлявся ще сильніше.

Щоб запобігти зниженню родючості ґрунту, необхідно вносити в ґрунт сумісно органічні і мінеральні добрива, розширювати посіви сидеральних культур, заробляти післяжнивні рослинні рештки, запроваджувати вирощування у сівозмінах багаторічних трав і зернобобових культур, які здатні засвоювати вільний азот з повітря.

На думку професора В.Д. Іванова, закон повернення необхідно розглядати як закон балансу або рівноваги біогенних речовин у ґрунті. У зв'язку із цим він висловив положення про те, що в землеробстві необхідні постійна підтримка і відновлення рівноваги біогенних речовин у продукуючому блоці *ґрунт – рослина – зовнішнє середовище*.

На сьогодні для створення бездефіцитного балансу гумусу на чорноземних ґрунтах у сівозмінах без багаторічних трав необхідно щорічно вносити 6–8 т/га гною і до 4–5 т/га – у сівозмінах з багаторічними травами.

1.8. Закон плодозміни

Відомо, що в природних умовах різних ґрунтово-кліматичних регіонів видовий склад фітоценозів постійно змінюється під дією факторів навколишнього середовища та властивостей ґрунтів. Періодична зміна рослинних асоціацій приводить до відновлення родючості ґрунтів, що забезпечує постійне підвищення продуктивності вирощуваних культур.

У сучасних умовах дотримання цього закону проявляється у освоєнні раціональних сівозмін. Унаслідок цього постійно зберігається оптимальне співвідношення у накопиченні і споживанні поживних речовин, поліпшується водний баланс у ґрунті, зменшується ураженість культурних рослин шкідниками і хворобами, змінюється видовий склад і зменшується забур'яненість посівів. Це пояснюється, перш за все, тим, що різні сільськогосподарські культури мають неоднакові вимоги до певних факторів життя і по-різному впливають на навколишнє середовище. Окремі рослини дуже виснажують ґрунт на поживні речовини і воду, інші – менш вимогливі до умов живлення, а більшість бобових культур здатні за рахунок фіксації азоту з атмосферного повітря накопичувати його в ґрунті, підтримуючи бездефіцитний азотний режим у ґрунті.

Цей закон свідчить про те, що при певному рівні потенційної родючості ґрунту максимальна продуктивність сівозміни має місце при щорічній зміні у ній культур, найбільш віддалених за біологічними властивостями й агротехнікою вирощування. Відомо, що при беззмінному посіві на тому ж самому полі пшениці або інших злакових стерньових культур розвиваються такі хвороби, як кореневі гнилі, борошніста роса тощо. Чергування різних за біологічними властивостями і фізіологічними потребами рослин забезпечує відновлення поживного і водного режимів, поліпшує водно-фізичні, теплові і санітарні властивості ґрунту, активізує інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті і підвищує стійкість рослин до хвороб і шкідників. У природних умовах закон плодозміни проявляється у вигляді етапів розвитку фітоценозів рослинних формацій (дерев'яниста, лучна, степова, пустельна) геологічної епохи.

Відносно цього О.В. Советов писав, що природа сама веде плодозмінне господарство. Ще у 1838 р. М.Г. Павлов висловлював думку про те, що закон плодозміни – це закон природи, в основі якого лежить загальнобіологічний закон єдності і взаємозв'язку

рослинних організмів та умов середовища. Необхідність періодичної зміни різних культур у полі (але не в усіх випадках щорічно) обумовлюється не тільки однобічним виснаженням ґрунту елементами живлення і розміщенням та накопиченням корневих та післяжнивних решток, а в бобових – азоту, але і тим, що в процесі росту культури по-різному впливають на ґрунт і взагалі на навколишнє середовище.

1.9. Закон критичних періодів

Наукові дослідження і виробнича практика свідчать, що в онтогенезі рослин у залежності від фази їх розвитку відбуваються зміни потреб у факторах життя. У певні фази розвитку рослини мають підвищені потреби стосовно вмісту вологи в ґрунті, певних елементів живлення (азоту, фосфору, калію тощо). Недостатній вміст цих факторів у відповідні періоди розвитку рослин призводить до послаблення ростових процесів і в кінцевому результаті – до зниження продуктивності рослин.

При недостатній водозабезпеченості, наприклад, у рослин змінюється колір та розмір листків, пригнічується ріст, понижується тургор. Для зернових колосових культур критичними періодами водоспоживання є фази кушіння, початок стеблуння, колосіння, утворення зерна; для кукурудзи – утворення придаткових коренів, цвітіння, формування зерна; для бобових культур – фази бутонізації, масового цвітіння та формування бобів; для картоплі – фаза бутонізації, масового цвітіння та максимального росту бульб; для цукрових буряків критичною є фаза утворення та наростання листя, ріст коренеплодів та накопичення цукру.

Уперше критичні періоди в житті рослин були встановлені П.І. Броуновим (1904), а більш детальне їх вивчення проведене Ф.Д. Сказкіним (1961). На основі цих досліджень було встановлено, що у зернових колосових культур при достатніх запасах продуктивної вологи у ґрунті різко збільшується чисельність та розміри вузлових коренів, закладається більша кількість продуктивних стебел (продуктивна кущистість). З настанням фаз стеблуння та колосіння відбувається диференціація точки росту у рослин, що, у свою чергу, в майбутньому впливає на розмір колоса та кількість колосків у ньому. Під час колосіння дефіцит запасів вологи в ґрунті й атмосферна посуха призводять до зменшення запліднення квіток (стерильний пилок), що в подальшому зменшує кількість зернин у колосі. Негативно також впливає нестача води в ґрунті під час формування зерна, викликаючи його невиповненість і погіршення якісних показників.

Велике значення для розвитку зернових колосових культур в

вказані періоди має також забезпеченість їх поживними речовинами. Щодо фосфорного живлення критичними періодами у зерноцїх колосових культур є початок росту і фаза кущення. Завдяки достатній забезпеченості рослин фосфором у початковї фазї їх розвитку відбувається добрий газообмін та процеси акумуляції і переносу енергії, синтез вуглеводів, нуклеїнових кислот, білків та інших важливих продуктів фотосинтезу.

Суттєвість закону критичних періодів, як відмічає О.М. Заяц (1994), полягає в тому, що *продуктивність рослин залежить, у першу чергу, від забезпечення всіма необхідними факторами життя в достатній кількості в критичні періоди їх розвитку.*

Нестача певних факторів життя в критичні періоди росту рослин не може бути компенсована в подальшому, тому що при переходї рослин до інших фаз розвитку змінюється і їх потреба у факторах життя. Навіть повна забезпеченість рослин усіма необхідними факторами в кінцевї фазї розвитку не може забезпечити повної продуктивності рослин. Це слід враховувати в практиці землеробства під час розробки науково обґрунтованої системи застосування добрив, упровадження заходів основного та передпосівного обробітку ґрунту, а в зрошуваних умовах під час розробки режимів поливу сільськогосподарських культур. Цї питання вивчалися протягом багатьох десятирїч колективом кафедри землеробства Харківського НАУ і були досить аргументовано і всебічно висвітлені у наукових працях О.М. Можейка та його учнів (1979).

1.10. Закон фізіологічних годин

У відповідності із цим законом *рослини ростуть і розвиваються за певними біоритмами або фізіологічними годинами, що тісно пов'язане з космічними змінами.* Рослини в процесї вегетації дуже чутливо реагують на тривалість дня і ночі, а точніше, на інтенсивність сонячної радіації. Перші відомості про експериментальні зміни темпів розвитку рослин під впливом зовнішніх факторів та спроба пояснення біологічної природи цих змін викладені у наукових працях Ю. Сакса (1888). У своїх дослідях строки цвітіння рослин він змінював під впливом повного або часткового їх затінення та опромінення світлом різного спектрального складу. Рослини, які вирощувалися із черенків від квітучих екземплярів, зацвітали раніше, ніж узяті від неквітучих. На його думку, перехід рослин до цвітіння обумовлюється накопиченням особливої *квітоутворювальної* сполуки.

Залежність розвитку рослин від впливу зовнішніх умов та можливість регулювання цих процесів установив у своїх дослідях Г. Клебс (1918). У дослідях з грибами та водоростями шляхом зміни

З М І С Т

ПЕРЕДМОВА	3
1. ФАКТОРИ ЖИТТЯ РОСЛИН ТА ЗАКОНИ ЗЕМЛЕРОБСТВА	4
1.1. Фактори життя рослин	4
1.2. Закон автотрофності зелених рослин	5
1.3. Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин	6
1.4. Закон обмежувального фактора (закон мінімуму)	7
1.5. Закон мінімуму, оптимуму, максимуму	8
1.6. Закон сукупної дії факторів життя рослин	10
1.7. Закон повернення поживних речовин у ґрунт	11
1.8. Закон плодозміни	13
1.9. Закон критичних періодів	14
1.10. Закон фізіологічних годин	15
1.11. Закон спадної родючості ґрунту	17
2. РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ І ЇЇ ВІДТВОРЕННЯ У ЗЕМЛЕРОБСТВІ	19
2.1. Види родючості ґрунту	20
2.2. Показники родючості й окультурення ґрунту	21
2.2.1. Біологічні показники родючості ґрунту	22
2.2.2. Агрохімічні показники родючості ґрунту	26
2.2.3. Агрофізичні показники родючості ґрунту	30
2.3. Заходи щодо окультурення ґрунтів	39
2.4. Фізико-механічні або технологічні властивості ґрунту	42
2.5. Моделі родючості ґрунтів	45
2.6. Рекультивация порушених земель	46
2.6.1. Планування поверхні порушених земель	49
3. СВІТЛОВИЙ РЕЖИМ АГРОЛАНДШАФТІВ ТА СПОСОБИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ	52
3.1. Поглинання променистої енергії рослинами	54
3.2. Фотосинтез і урожайність культур	56
3.3. Світловий режим ґрунтів	60
3.4. Регулювання світлового режиму агроландшафтів	63
4. ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ І СПОСОБИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ	65
4.1. Теплові властивості ґрунту	69
4.2. Способи регулювання теплового режиму ґрунту	72
5. ПОВІТРЯНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ І СПОСОБИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ	74
6. ВОДНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА СПОСОБИ ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ	84
6.1. Значення води в житті рослин	84
6.2. Ґрунтова волога, її властивості і форми	93
6.3. Водні властивості ґрунту	98
6.4. Типи водних режимів ґрунту	101
6.5. Способи регулювання водного режиму	102
7. ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ І ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ	105
7.1. Вчення про живлення рослин	105

7.2. Вміст мінеральних сполук у рослинах та їх потреба в елементах живлення	109
7.3. Значення азоту в живленні рослин	110
7.3.1. Амоніфікація й іммобілізація азоту	113
7.3.2. Обмін азоту в рослинах	116
7.4. Значення фосфору в живленні рослин	117
7.5. Значення калію в живленні рослин	120
7.6. Значення сірки в живленні рослин	121
7.7. Значення кальцію в живленні рослин	122
7.8. Значення магнію в живленні рослин	123
7.9. Значення мікроелементів у живленні рослин	123
7.10. Значення ґрунту в живленні рослин	124
7.11. Способи регулювання поживного режиму ґрунту	128
8. ОСНОВИ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ ВРОЖАЇВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	131
8.1. Бонітування ґрунтів	136
8.2. Визначення врожайності за рахунок природної родючості ґрунтів	140
8.3. Розрахунок норми добрив на запрограмований урожай	141
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	149
ДОДАТКИ	152

Навчальне видання

Примак Іван Дмитрович
Лотоненко Іван Васильович
Манько Юрій Прокопович

НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

*За редакцією доктора сільськогосподарських наук,
професора І. Д. Примака*

Авторське редагування

Підписано до друку 23.05.08. Формат 60x 84/16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура «PragmaticaC».
Наклад 1000 прим. Умов. друк. арк.11,16. Зам. 3302.

Друк: «Комп'ютерно-видавничий інформаційний центр» (КВІЦ)
04080, м. Київ, вул. Фрунзе, 19–21. Тел.: (044) 417-21-72, 462-48-51, 417-53-70.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК №461 від 23.05.2001 р.