

І.Ю. Коцюба

аспірант

Житомирський державний університет ім. Івана Франка

ПРО ПРИСКОРЕНЕ ОТРИМАННЯ БІОМАСИ ДЕЯКИХ ВИЩИХ ВОДНИХ РОСЛИН І ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

*У статті описано експеримент щодо прискореного отримання біомаси вищих водних рослин вирощуванням їх у спеціальних поживних розчинах. На прикладі ряски малої (*Letna minor L.*) і елодеї канадської (*Elodea canadensis Rich.*) проілюстровано, що інтенсивність накопичення біомаси залежить від культурального середовища і щільності маточної культури.*

Постановка проблеми

Значення вирощування вищих водних рослин для потреб народного господарства є перспективним. Біомаса вищих водних рослин може бути використана для отримання органічних добрив, силосу, біогазу, медичних

© І.Ю. Коцюба

та ветеринарних препаратів, може бути кормом для домашніх тварин, використовуватись для очистки стічних вод і виробництва біоенергії. Застосування технологій, які дозволяли б швидше оновлювати органічну масу, може привести до їх масштабного використання в різних галузях народного господарства, у тому числі і в сільському господарстві.

Аналіз останніх досліджень

Питання особливостей культивування вищих водних рослин досліджувались багатьма вітчизняними та іноземними науковцями. Результати досліджень з даної тематики викладені у працях А.Г. Михайловського (1936), О.О. Смиренського (1952), Н.В. Галкиної (1964), Ф.М. Суховерхова (1964), С.А. Баранова (1965), Т.Т. Таубаєва (1970; 1973), М. Абдієва (1973) та інших дослідників. Як об'єкт масового культивування, з подальшим використанням як корм для домашніх худоби та птахів, вивчалась, в основному, ряска мала. Проте більшість досліджень припадає на 50–70-ті роки двадцятого століття і в сучасній вітчизняній науковій літературі, незважаючи на актуальність проблеми, дане питання залишається недостатньо розробленим.

Об'єкти і методика досліджень

Завданням даної роботи є постановка експерименту щодо прискореного отримання фітомаси на прикладі таких видів вищих водних рослин, як ряска мала (*Lemna minor* L.) та елодея канадська (*Elodea canadensis* Rich.) при застосуванні поживних розчинів.

Об'єктом досліджень даної роботи є вищі водні рослини: ряска і елодея. *Предметом дослідження* є прискорене отримання фітомаси.

При проведенні експериментальної частини роботи використано поживний розчин Кнопа. Для вивчення методів прискореного отримання біомаси вищих водних рослин у відкритих водоймах розпочато ряд експериментів в умовах, максимально наближених до природних. Зокрема, експеримент проводили в умовах доступу всіх необхідних для росту і розмноження рослин природних факторів, а для приготування розчину Кнопа замість дистильованої води використали воду із р. Тетерів.

Для проведення експерименту використали прозорі циліндричні пластикові ємкості з робочим об'ємом 4 л, діаметром 16 см. Як поживне середовище використали розчин Кнопа [3]. Для контролю рослини паралельно культивувались у річковій воді, яку попередньо піддавали хімічному аналізу для визначення головних макро- та мікроелементів. У експерименті використовували цілі, не пошкоджені екземпляри ряски малої та елодеї канадської, зібрані в річці Тетерів у районі відбору води. Протягом характерного для цих рослин вегетаційного періоду провели дві серії експериментів, які відрізнялись між собою вихідною кількістю маточної культури.

У першому експерименті було закладено 60 г рослин ряски малої на одну ємність (тобто, щільність маточної культури ряски становила 3000 г/м²), а елодеї канадської – 30 г (тобто – 7500 г/м³). У середовищі Кнопа і у контрольному розчині ряска мала і елодея канадська культивувались в різних ємностях. Дослід тривав 40 діб (з 15 липня по 25 серпня 2005 року). Було закладено чотири ідентичні паралелі: перша – на 10, друга – на 20, третя – на 30 і четверта – на 40 діб. Відповідно, приріст біомаси рослин фіксувався через 10, 20, 30 і 40 діб.

В другому експерименті було закладено в середньому 10 г рослин ряски малої на одну ємність (тобто, щільність маточної культури ряски була 500 г/м²), а елодеї канадської – 8 г (2000 г/м³). У середовищі Кнопа і у контрольному розчині ряска мала і елодея канадська культивувались також в різних ємностях. Дослід тривав 30 діб (з 26 серпня по 25 вересня 2005 року). Було закладено три ідентичні паралелі: перша – на 10, друга – на 20, третя – на 30 діб. Відповідно, приріст біомаси рослин фіксувався через 10, 20 і 30 діб.

Результати досліджень

Одним зі шляхів прискореного отримання біомаси є застосування аквакультури, зокрема вирощування таких вищих водних рослин, як ряска і елодея.

Ряска мала – представник родини ряскових (Lemnaceae), групи рослин класу однодольних. Це невелика багаторічна рослина, яка вільно плаває на поверхні води, не прикріплена до дна водойми і розмножується, в основному, вегетативним шляхом [4]. З ранньої весни до пізньої осені ряска розмножується і швидко росте. Ряскові відіграють досить важливу роль у природних екосистемах (корм для багатьох риб, навколоводних тварин).

Хімічний склад і продуктивність ряскових мають переваги порівняно з рядом кормових культур, що широко використовуються. Крім того, вирощування ряскових не призводить до надмірного навантаження на екосистему, як це має місце при вирощуванні сільськогосподарських культур. Не менш важливим є те, що врожай ряски можна отримувати і у водоймах, непридатних для іншого господарського використання [1].

Різні автори [5, 7, 8, 9, 10] дають такі дані вмісту поживних речовин, які входять у склад ряски малої: протеїн 20–30%, крохмаль 20–35%, жири 3,5–5% і золи до 20%. За мінеральним складом ряска містить кальцій (1,1–6%), фосфор (0,48–2,28%), магній (0,35–2,11%). Вміст сірки в рясці у 5–6 разів вищий, ніж у культурних кормових травах [8]. Крім цього, за Вороніхіним [10], біомаса рясок містить багато різних мікроелементів: кобальт, бром, нікель, мідь, титан, марганець, цинк, йод, ванадій, цирконій, церій і навіть золото. Високу біологічну продуктивність рясок відмічали багато дослідників [1, 6, 8].

Представником родини водокрасових (Hydrocharitaceae) є *елодея канадська*, яка належить до групи багаторічних водяних рослин, занурених в воду, але не прикріплених до дна водойми. Довгі шнуроподібні стебла вкриті мутівками листя видовжено-яйцеподібної форми. Стебла стеляться по дну і сильно галузяться, що призводить до утворення густих заростей. Розмноження елодеї відбувається переважно вегетативним шляхом. Оптимальна температура для вегетації рослини становить 16–24 °С. За Гофмейстером [5], у свіжих рослинах (на абс. сух. реч. у відсот.): золи 20,0, протеїну – 18,3, жиру – 2,5, клітковини – 16,7, безазотистих екстрагованих речовин – 42,5. У свіжому вигляді добре поїдається худобою, силосується. Зелена маса з успіхом може бути утилізована в якості добрива, оскільки містить близько 18% азотистих сполук.

Результати першого експерименту. У контрольному розчині через 10 діб спостерігався значний приріст біомаси обох видів досліджуваних рослин (ряски на 30%, елодеї на 38%). На 20-у добу зафіксовані результати експерименту свідчили, що біомаса рослин не лише не збільшується, але стала меншою по відношенню до вихідної маси. На 30 добу об'єм біомаси поступово відновлювався до вихідної, а у ряски спостерігався приріст біомаси на 22%. Рівень біомаси у обох видах рослин на 40-ву добу експерименту стабілізувався до рівня маси маточних культур.

У розчині Кнопа протягом 10-ти днів відбувався суттєвий приріст біомаси рослин обох видів (ряски на 43%, елодеї на 30%). З 20-ї доби до 40-ї у ряски спостерігалось плавне зниження накопиченої за 10 днів біомаси до вихідної величини, а у елодеї – хвилеподібні зміни накопичення і втрати своєї маси, причому втрати маси були суттєвішими, ніж у контрольному розчині. Результати даного експерименту ілюструють рисунки 1.а та 1.б.

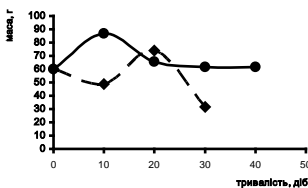


Рис. 1.а. Динаміка росту *L. minor* при щільності маточної культури 3000 г/м²

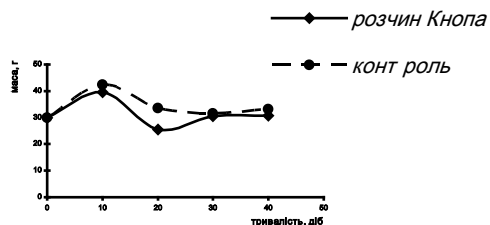


Рис. 1.б. Динаміка росту *E. canadensis* при щільності маточної культури 7500 г/м³

Результати експерименту свідчать, що ріст ряски на мінеральному поживному середовищі кращий, ніж у контрольному розчині. На відміну від ряски елодея краще зростала у контрольному розчині (+38%), ніж у поживному середовищі (+30%). Значне зниження біомаси рослин,

починаючи з другої декади експерименту, ймовірно пов'язано із тим, що утворилася висока щільність культури ($> 4000 \text{ г/м}^2$), при якій інтенсивність накопичення біомаси значно знизилась (як через нестачу сонячного освітлення у зв'язку із затіненням листівок, так і, ймовірно, через брак поживних речовин). Тому при проведенні наступного експерименту було зменшено кількість маточної культури рослин і скорочено тривалість проведення експерименту.

Результати другого експерименту. У контрольному розчині через 10 діб спостерігався приріст біомаси ряски (на 27%) і, навпаки, зниження маточної маси елодеї (на 11%). На 20-у добу результати експерименту свідчили, що біомаса рослин суттєво збільшилась (ряски – на 76,5, а елодеї – на 23%). Протягом останньої декади експерименту у ряски спостерігався приріст біомаси (на 63%), а об'єм біомаси елодеї знижувався до вихідної і на 30-у добу був на 4,5% меншим ніж маса маточної культури.

У розчині Кнопа протягом 10-ти днів відбувався суттєвий приріст біомаси рослин ряски малої (на 116%), а маса елодеї канадської, навпаки, зменшилась на 25,5%. На 20-у добу у ряски спостерігався максимум накопичення біомаси (на 150% від вихідної), яка надалі почала повільно знижуватись і на 30-у добу була дещо нижчою від попереднього значення (але на 133% більшою щодо вихідної маси). У елодеї на 20 і 30-у добу експерименту також спостерігався незначний приріст біомаси (відповідно на 9,5 та 7%). Графічно результати експерименту представлені на рисунках 2.а та 2.б.

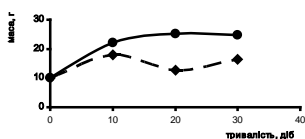


Рис. 2.а. Динаміка росту *L. minor* при щільності маточної культури 500 г/м^2

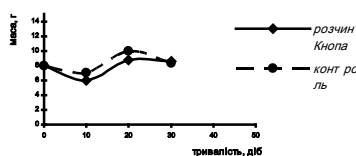


Рис. 2.б. Динаміка росту *E. canadensis* при щільності маточної культури 2000 г/м^3

Результати другого експерименту підтверджують, що ріст ряски, як і в першому експерименті, на мінеральному поживному середовищі кращий, ніж у контрольному розчині, а елодея краще зростала у контрольному розчині, ніж у розчині Кнопа. Незважаючи на те, що щільність маточної культури у другому експерименті була у 6 разів (для ряски) і майже у 3 рази (для елодеї) нижчою, ніж у першому. Відмінність у результатах експериментів була незначною, окрім даних щодо наростання біомаси ряски на поживному середовищі при щільності маточної культури 500 г/м^2 . Тут інтенсивність наростання біомаси була досить високою (в межах 116–

150%). Разом з тим, наприкінці експерименту відбулося незначне зниження накопиченої біомаси. Ймовірно це пов'язано із тим, що маточну культуру ряски малої було закладено із розрахунку 500 г/м^2 , що приблизно відповідає оптимуму її щільності [10] з найбільшою інтенсивністю накопичення біомаси. Протягом 10 днів експерименту на поживному мінеральному середовищі культура ряски досягла високої щільності ($1\text{--}1,2 \text{ кг/м}^2$), тому інтенсивність накопичення біомаси знизилась.

Результати досліджень свідчать, що ріст ряски в обох експериментах на мінеральному поживному середовищі кращий, ніж у контрольному розчині. На відміну від ряски, елодея краще зростала у контрольному розчині (+38%), ніж у поживному середовищі (до +30%). Ймовірно це пов'язано зі зміною твердості води, яка у розчині Кнопа, у зв'язку із присутністю солей кальцію і магнію, є дещо вищою, ніж у контролі.

Незважаючи на досить високу щільність маточної культури ряски у першому експерименті, слід відмітити, що наростання біомаси тут відбувалось, хоча і не з такою інтенсивністю, як у досліді другому. В останньому випадку за культивування ряски у розчині Кнопа при меншій щільності (500 г/м^2) маточної культури інтенсивність наростання її значно вища (досягає 150%), ніж при високій щільності (3000 г/м^2) маточної культури (досягає 43%) у першому експерименті. Враховуючи, що оптимальна щільність маточної культури з найбільшою інтенсивністю наростання складає $400\text{--}600 \text{ г/м}^2$ [10], зниження наростання біомаси рослин на певних етапах експерименту можна пояснити наступним чином. Ймовірно це пов'язано із тим, що в ході експерименту, зокрема на поживному мінеральному середовищі, утворилася висока щільність культури ($>4000 \text{ г/м}^2$ в першому і $>1000 \text{ г/м}^2$ в другому експерименті), при якій інтенсивність накопичення біомаси значно знижується. Отже ми припускаємо, що в результаті недостатнього сонячного освітлення для фотосинтезу, через затінення листівок (у зв'язку із розташуванням рослин у кілька шарів), висока щільність культури спричинила уповільнення росту ряски. Але в другому експерименті цей процес мав більш плавний характер.

Прискорене нарощування фітомаси за допомогою поживних розчинів дає можливість отримати більшу її кількість за певний проміжок часу. Це, в свою чергу, може бути використано в різних галузях народного господарства, у тому числі і для отримання органічних добрив шляхом компостування, з наступним внесенням їх у ґрунт, зокрема локальним способом [11].

Висновки

Щодо методів прискореного отримання фітомаси на прикладі таких видів вищих водних рослин, як ряска мала (*L. minor*) і елодея канадська (*E. canadensis*) при застосуванні поживного середовища з'ясовано, що

прискорене отримання фітомаси водних культур шляхом їх розміщення в спеціальних поживних розчинах можливе, але інтенсивність його в значній мірі залежить від щільності маточної культури. Для цього в більшій мірі підходить ряска мала і в меншій – елодея канадська.

Перспективи подальших досліджень

Результати експериментів свідчать, що швидкість наростання біомаси є інтенсивнішою при культивуванні рослин ряски малої на поживному середовищі, зокрема у розчині Кнопа, який є універсальним поживним середовищем. Тому заплановано також проведення експериментів щодо культивування рослин у розчині Горхема, який є специфічним для ряски.

Виходячи з результатів експериментів видно, що інтенсивність наростання біомаси залежить не лише від характеру середовища, у якому культуються рослини, але і від вихідної щільності маточної культури. Тому актуальним є проведення експериментів щодо комбінування кількості маточної культури, з метою виявлення оптимальної її щільності з максимальною інтенсивністю наростання, характерною для кліматичних умов України.

Застосування технологій, які дозволяють б швидше оновлювати органічну масу, можна масштабно використовувати, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Так, використовуючи швидко оновлювану і економічно вигідну біомасу вищих водних рослин можна розв'язати, наприклад, проблему біологічної очистки стічних вод, або отримати екологічно безпечний удобрювальний ресурс.

Література

1. С.А. Баранов Биология рясок как объекта массового культивирования // Вопросы гидробиологии: Тезисы докладов I съезда Всесоюз. гидробиол. о-ва.; Москва, 1-6 февраля 1965г. – М.: Наука, 1965. – С. 26.
2. Н.В. Галкина Ряска малая как кормовое растение // Узбекский биологический журнал.–1964.–№1. – С. 18–20.
3. А.М. Гродзинский, Д.М. Гродзинский Краткий справочник по физиологии растений. – К.: Наукова думка, 1973. – 592 с.
4. Жизнь растений в 6-ти томах / Гл. ред. А.Л. Тахтаджан. Т.6. Цветковые растения.- М.: Просвещение, 1982. – 543 с.
5. Кормовые растения пастбищ и сенокосов СССР / И.В. Ларин, Ш.М. Агабабян, Т.А. Работнов и др. – Т.1. – М.; Л., 1950. – С. 153–154.
6. А.Г. Михайловський Ряска як кормова рослина // Журнал Інституту ботаніки АН УРСР. – 1936. – №9(17). – С. 203–206.
7. А.А. Смиренский Водные кормовые и защитные растения в охотничье-промысловых хозяйствах / Под ред. д-ра биол. наук проф. Н.Я. Кац. – М.: Заготиздат, 1952. – 182 с.

8. *Ф.Н. Суховерхов* Ряска – дешевый и питательный корм // Рыбоводство и рыболовство. – 1964. – №2. – С. 18–20.

9. *Т.Т. Таубаев* Флора и растительность водоемов Средней Азии и их использование в народном хозяйстве. – Ташкент, 1970. – 492 с.

10. *Т. Таубаев, М. Абдиев* Ряски водоемов Узбекистана и их использование в народном хозяйстве. – Ташкент: Фан, 1973. – 89 с.

11. *Р.С. Трускавецький* Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. – Харків: Нове слово, 2003. – 225 с.
