

УДК 338.43

Г. М. Калетнік,  
д. е. н., голова Української асоціації "Укрбіоенерго"

## НАУКОВО ОБГРУНТОВАНІ СІВОЗМІНИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИРОЩУВАННЯ БІОМАСИ

*У статті наведено наукові основи чергування сільсько-господарських культур у сівозміні, фізичні й економічні причини та біологічні основи сівозмін; дано наукове обґрунтування ефективності вирощування біомаси для виробництва біопалив при застосуванні сівозмін; зроблено відповідні висновки ефективного застосування науково обґрунтованих сівозмін при вирощуванні біосировини для виготовлення біопалив.*

*The article gives the scientific basis of crop alternation in crop rotation, physical and economic causes and biological basis for crop rotation, the scientific justification for the efficiency of cultivation of biomass for biofuel production using crop rotation, appropriate conclusions on effective use of scientifically based crop rotation during growth of biological raw material for the production of biofuels are made.*

*Ключові слова: сівозміни, посівні площі, біосировина, біомаса, біопаливо, економічна доцільність, енергетична незалежність, продовольча безпека.*

### ВСТУП

Найгострішими проблемами сьогодення у сфері забезпечення національної безпеки взагалі й економічної зокрема є суттєве посилення фінансової безпеки і максимальне поліпшення інвестиційного клімату; досягнення реального економічного зростання та утворення ефективної системи соціального захисту населення; посилення трудоресурсної безпеки; підвищення рівня продовольчої безпеки держави; створення надійних гарантій техногенної, екологічної та технологічної безпеки, розвитку науково-технічного потенціалу; посилення енергетичної безпеки; забезпечення інформаційної безпеки держави; поглиблення інтеграційних взаємовідносин; підвищення рівня конкурентоспроможності держави з урахуванням національних інтересів за всіма складовими зовнішньоекономічної політики.

Матеріальною основою цього процесу має бути відродження та прискорений розвиток перспективних секторів національної економіки за наявності конструктивних програм реструктуризації господарського комплексу країни.

Основне завдання держави в контексті забезпечення економічної безпеки — створення такого економічного, політичного та правового середовища й інституційної інфраструктури, які стимулювали б найбільш життєздатні підприємства, інвестиційні процеси, виробництво перспективних конкурентоспроможних товарів.

Аграрний сектор економіки України є тим основним важелем, який уже зараз забезпечує і буде забезпечувати у подальшому економічний

розвиток держави, виконуючи багатофункціональну роль. Зважаючи на це, держава повинна піклуватися про те, щоб сільське господарство, через сталий розвиток виробництва на науковій основі, забезпечувало її продовольчу, енергетичну та екологічну безпеку, збереження природних екосистем і ландшафту.

Всі ці аспекти мають ґрунтуватися в основному і в першу чергу на ефективному розвитку сільського господарства України як основної боєм даної галузі економіки, специфічної для нашої країни.

Метою статті є обґрунтування ефективності вирощування біомаси для виробництва біопалив в Україні при застосуванні науково обґрунтованих сівозмін, не порушуючи при цьому балансу продовольчих потреб.

Для ефективного та економічного ведення сільського господарства у сучасному сільсько-господарському виробництві застосовують сівозмінне (почергове) вирощування рослин.

Сівозміною називають обґрунтоване чергування культур і пару в часі та на полях. Чергування в часі означає, що на одному полі йде послідовна щорічна зміна культур. Культура, яка займала поле в попередньому році, є попередником для тієї культури, що висівається в цьому році. Перелік культур або їх груп у порядку чергування в сівозміні називається схемою сівозміни. Необхідність чергування культур зумовлюється низкою чинників. Узагальнюючи досвід практичного землеробства та досягнення агрономічної науки, Д.М. Прянишников ще у двадцятому столітті виділив чотири види основ чер-

гування культур у сівозміні — хімічні, фізичні, біологічні та економічні [1].

Хімічні основи чергування культур у сівозміні — це вплив правильного чергування на умови живлення рослин. Сільськогосподарські рослини з врожаєм виносять з ґрунту різну кількість елементів живлення, тому тривале на одному місці вирощування або вирощування подібних за поглинанням певних елементів культур веде до одностороннього збіднення ґрунту на певні елементи і, як результат, до зниження врожайності. Наприклад, після соняшника, який з врожаєм виносить особливо багато калію, не можна садити картоплю, яка теж потребує багато калію. Також до хімічних основ відноситься такі явища, як збагачення ґрунту азотом бобовими рослинами, переведення важкодоступних форм фосфатів у доступні зернобобовими та гречкою. Чергування культур також запобігає зміні рН ґрунту.

Фізичні причини — це вплив сівозміни на структуру, фізичні властивості й вологість ґрунту. Наприклад, багаторічні трави покращують структуру та фізичні властивості ґрунту, просапні — меншою мірою, а то і навпаки. Сильно висушують ґрунт люцерна, цукрові буряки, кукурудза.

Біологічні основи сівозміни. Чергування культур зменшує можливість забур'янення посівів, ураження хворобами та шкідниками. Наприклад, багаторічне вирощування на одному місці вівса веде до його сильного забур'янення вівсюгом, озимої пшениці — до зараження іржею, картоплі — фітофторою, нематодою тощо.

Економічні причини чергування полягають у науковому обґрунтуванні структури посівних площ, яку розробляють відповідно з необхідністю вирощування тих чи інших культур, природних умов (клімат, ґрунт, рельєф) і біологічних особливостей рослин. Різні культури неоднаково реагують на беззмінне їх вирощування. За реакцією на сівозміну (чергування) їх можна розділити на: слабочутливі, середньочутливі, сильночутливі та несумісні.

Слабочутливі (умовно самосумісні) — кукурудза, просо, коноплі, гречка, картопля (за відсутності нематод). Ці культури можна повторно або протягом кількох років вирощувати на одному полі без значного зниження їх врожайності.

Середньочутливі — горох, цукровий буряк, пшениця, ячмінь, овес, жито, вика. Культури негативно реагують навіть на повторні посіви і відзначаються помітними приростами урожаю за правильного розміщення в сівозміні.

Сильночутливі — люпин, льон, соняшник, капуста, конюшина, люцерна. Різко негативно реагують на повторні посіви. Висока продуктивність самонесумісних культур забезпечується тільки за правильного розміщення в сівозміні з

Таблиця 1. Схема науково обґрунтованих сівозмін для вирощування біосировини

№ Поля	Роки використання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза
2	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця
3	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк
4	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь
5	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця
6	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак
7	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох
8	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь
9	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн	Соняшн. ярі
10	Соняшн. ярі	Оз. ячмінь	Соя, горох	Оз. ріпак	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ц.буряк	Озима пшениця	К-дза	Пар зайн

врахуванням допустимої періодичності їх посівів на одному й тому ж полі.

Несумісні культури. До таких відносяться культури, які недоцільно або неможливо розміщувати одну після другої в сівозміні через біологічні особливості, наявність спільних хвороб та шкідників. Наприклад, недоцільне послідовне вирощування різних бобових культур, розміщення пшениці після ячменю, вівса — після ячменю, і навпаки, буряків — після ріпаку і вівса тощо.

За використанням визначають типи сівозмін:

— польові (вирощують переважно польові зернові й технічні культури, на долю яких у цих сівозмінах припадає понад 50% усієї площі);

— кормові (вирощують переважно кормові культури, до таких сівозмін відносяться прифермські та лукопасовищні сівозміни);

— спеціальні (вирощують переважно певні специфічні культури, які не доцільно вирощувати в польових сівозмінах — овочеві, рисові, льонні, а також ґрунтозахисні).

За наявністю провідних культур у сівозмінах визначають їх види. Наприклад, за вирощування переважно зернових і просапних культур таку сівозміну називають зернопросапною. Виділяють також зернопарову, зернопарокартопляну, просапну та інші сівозміни.

За кількістю полів сівозміни бувають десяти-, дев'яти-, восьми- і т.д. пільними.

Впровадження та освоєння сівозміни включає ряд послідовних етапів, таких як встановлення схеми чергування культур і ротаційної таблиці сівозміни, розробка системи обробітку і удобрення ґрунту, складання і здійснення плану переходу до впроваджуваної сівозміни.

План переходу до сівозміни повинен відповідати ряду вимог: враховувати правильність чергування культур; не зумовлювати зниження

**Таблиця 2. Розрахунок виходу біопалив із загального обсягу окремих сільськогосподарських енергетичних культур при застосуванні сівозмін (за даними Мінагрополітики за 2008 рік)**

Назва с/г культур	Розрахункова зібрана площа (млн га)	Врожайність (т/га)	Валов. збір (млн т)	Вихід біопалив (літр/т)	Загальний обсяг отрим. біопалив (млн л/млн т)	Вихід супутніх продуктів (%/млн. т)
Ріпак (оз. і ярий)	1,38	2,1	2,9	420	1218/ 9,02	40/0,94
Соя	0,52	1,5	0,78	120	93,6/0,7	40/0,31
Кукурудза	2,0	4,7	9,4	420	3948/2,17	40/3,76
Пшениця	3,8	3,8	14,44	360	5198,4/2,86	40/5,78
Ячмінь	1,5	3,03	4,55	360	1638/0,9	40/1,82
Жито	0,1	2,3	0,23	360	72/0,04	40/0,09
Цукр.буряк	0,3	35,6	10,68	100	1068/0,59	80/8,54
Інші культури	0,4					
<b>Всього: 10,0 млн га</b>						
<b>Із вирощених на 10,0 млн га землі сіль господарських енергетичних культур буде отримано: біоетанолу - 7,0 млн т, біодизелю- 9,7 млн т, шротів-12,7 млн т, кормової барди - 11,45 млн т, жому -8,54 млн т</b>						

Примітка: 1. Врожайність наведена за даними Мінагрополітики за 2008 р.  
2. При розрахунках взято співвідношення: 1 т біоетанолу = 1818 л.,  
1 т біодизеля = 1350 літрів.

кількості продукції; провідні культури повинні висіватись після кращих попередників; за потреби забур'янені поля відводити під пар; на одному полі висівати одну культуру, що важливо для використання техніки і підготовки поля до включення в нову сівозміну; перехідний період повинен тривати не більше 2—3 років.

Перехідний період вважають закінченим, а сівозміну освоєною, коли всі культури висівають після попередників, які заплановані схемою впроваджуваної сівозміни.

У господарствах щодо сівозмін ведеться документація. Всі відомості про сівозміни записують у "Книгу історії полів".

Книга історії полів, або книга реєстрації посівів, включає загальну щодо всієї сівозміни частину та на кожне поле окремо.

У загальній частині записують схему сівозміни, таблицю перехідного періоду, систему обробітку та удобрення ґрунту тощо.

У другій частині книги, яка відведена кожному полю, фіксується його номер, що є незмінним протягом всього періоду сівозміни, записують відомості про культури, що висівались, їх врожайність і в хронологічному порядку всі роботи на ньому (час і вид обробітку та удобрення ґрунту, строк сівби та якість насіння, полив, внесення хімічних засобів захисту рослин, строки збирання урожаю тощо) [2; 3].

Таким чином, враховуючи науково обґрунтовані сівозміни, можна отримати не тільки підвищення врожайності тієї чи іншої сільськогосподарської культури, але й запобігти виснаженню ґрунтів. Але всі ці заходи з впровадження сівозмін повинні здійснюватися і жорстко кон-

тролюватися на державному рівні, щоб не допустити варварського обробітку та виснаження ґрунтів.

Слід зауважити, що в окремих "цілеспрямованих" засобах масової інформації інколи з'являються повідомлення про те, що окремі сільськогосподарські культури, що використовуються як біомаса для виробництва біопалив, зокрема — ріпак, суттєво виснажують ґрунт.

Більшість провідних науковців і практиків-аграріїв після досконалого вивчення цього питання підтверджують, що при застосуванні науково обґрунтованих

сівозмін не тільки не порушується родючість ґрунтів, а навпаки, при висіванні ріпаку та після його збирання озима пшениця дає підвищення врожаю майже на чверть.

З метою ефективного вирощування біосировини для виробництва біологічних видів палив у сучасних сільських господарствах розроблено і пропонується один із багатьох варіантів схем науково обґрунтованих сівозмін (табл. 1).

Слід зазначити, що використання окремих видів сільськогосподарської продукції, яка використовується у харчуванні населення, для виробництва біопалив є досить вразливою проблемою, якою маніпулюють противники впровадження відновлювальних джерел енергії для забезпечення енергетичної безпеки країни, особливо нафтрейдери — аби не дати розвинути конкуренту, які не хочуть мати конкурентів на ринку та ділитися прибутками, а також переважна більшість закордонних радників, які воліли б бачити Україну сировинним придатком і постачальником дешевої біомаси.

За підрахунками [4] доведено, що для забезпечення необхідного рівня продовольчої безпеки України та її енергетичної безпеки за рахунок виробництва власних енергоносіїв біологічного походження необхідно 20 млн га землі, а для виробництва необхідної кількості біосировини на виробництво біопалив потрібно 10 млн га.

Слід зазначити, що в разі виробництва біосировини у відповідності із науково обґрунтованими сівозмінами, економіка країни від переробки енергонасичених культур на біопалива одержить значну кількість супутньої продукції, ви-

користання якої в годівлі тварин поповнить значний обсяг продовольства.

Розрахунки показують, що на вищезначених посівних площах за умови досягнутої середньорічної врожайності в АПК країни та застосування сівозмін може бути вироблено 7,0 млн т біоетанолу, 9,7 млн т біодизелю та отримано кормів у вигляді 12,7 млн т соєвих і ріпаків шротів, 8,54 млн т жому від переробки цукрових буряків та 11,45 млн т кормової барди (табл. 2).

Не потребує доказів той факт, що економіці будь-якої держави значно вигідніше виступати на ринку з готовою продукцією, аніж торгувати сировиною. Правильність цього можна прослідкувати, на привеликий жаль, на прикладі торгівлі зерном, яке успішно вивозять зернотрейдери з України. Від такої торгівлі, в першу чергу, найбільше втрачають товаровиробники, у яких скуповують зерно за надто низькими цінами. Але при цьому втрачає ще й наша держава, оскільки разом із зерном зернотрейдери вивозять і робочі місця, і корми, і доходи бюджету, і заробітну плату громадян України, які потенційно могли б бути зайняті в технологіях переробки цієї сировини.

Так, наприклад, у 2008 році з України було експортовано понад 16,0 млн т зерна. Приймаючи до розрахунку середньорічне вивезення з України 10 млн т фуражного зерна [5], з якого можна було б отримати 2,3 млн т біоетанолу, і таким чином, замінити 1,6 млн тон бензину.

При переробці зазначеної кількості зерна на біоетанол в країні залишається більше 4 млн т зернової барди, яку, як вище зазначено, можна використати для годівлі тварин. Із цього обсягу барди можна виробити майже 1 млн т м'яса додатково до продовольчих запасів держави.

За умови використання на внутрішньому ринку 1,5 млн т біоетанолу економія від закупівлі нафти становитиме 4 млрд грн.

Реалізація 2 млн т біоетанолу на експорт становитиме близько 1,5 млрд доларів валютних надходжень.

Як відомо, науковці України розробили сучасні технології отримання біопалив із біомаси, яка вирощується сільським господарством.

Підтвердженням цих розрахунків є ціла низка наукових досліджень провідних українських науковців і практиків.

### **З ВИЩЕВИКЛАДЕНОГО МОЖНА ЗРОБИТИ НАСТУПНІ ВИСНОВКИ**

1. Україна має величезний потенціал біомаси як сировини для виробництва біопалив на основі ефективного застосування науково обгрунтованих сівозмін.

2. Вчені-агрономи розробили науково обгрун-

товані сівозміни для ефективного вирощування біомаси, які не дадуть погіршення якості ґрунтів.

3. Вітчизняні вчені розробили та озброїли сучасними технологіями:

- а) вирощування енерговмісної біосировини;
- б) виробництва обладнання;
- в) переробки біомаси на біопаливо.

4. Україна вже має потужності для виробництва біопалива (біоетанолу та біодезельного палива).

5. Виробництво, споживання та експорт біопалив в Україні:

- а) зменшить енергетичну залежність України від імпорту енергоносіїв;
- б) зменшить забруднення навколишнього середовища особливо від газових викидів автомобілів;
- в) збільшить виробництво продовольства, а відтак, і зміцнить продовольчу безпеку держави.

6. Стабілізує діяльність АПК і дасть можливість включити в обробіток землі, які не використовуються (радіоактивно забруднені внаслідок Чорнобильської катастрофи), та мало використовувані землі у зв'язку з недостатньою та недоступною ціною на нафтове паливо.

7. Створить додаткові робочі місця, особливо в сільськогосподарському секторі.

Особливо це стосується вирощування цукрового буряка, його переробки та інших культур, обсяги яких різко знизилася в Україні.

8. Заміна 30% бензину і дизпалива на біоетанол і біодизель це всього 9% посівних площ в Україні, це практично та кількість землі, яка сьогодні, у зв'язку з відсутністю достатньої кількості нафтопродуктів та інвестицій, не застосовується, заростає бур'янами.

9. Стимулює розвиток села та сільських територій.

#### Література:

1. Прянишников Д.Н. Агрехимия: (учебник). — М. — Л.: Сельхозиздат, 1934. — 399 с.
  2. Бугай С.М. Рослинництво. — К.: Вища школа, 1978. — 384 с.
  3. Витязев В.Г., Макаров И.Б. Общее земледелие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. — 287 с.
  4. Калетник Г. Развитие рынка биопалив в Украине. — К.: Аграрна наука, 2008. — 464 с.
  5. Сільське господарство України (Статистичний збірник) / Держкомстат України. — Київ, 2007.
  6. Развитие агропромышленного комплекса Украины / Минагрополитики Украины. — К. 2006.
  7. Виробництво зернових та олійних культур в Україні: Проблеми та перспективи в умовах світової продовольчої кризи / Аналітично-дорадчий центр Блакитної стрічки. — К., 2008.
- Стаття надійшла до редакції 30.11.2009 р.*