

Вплив різних сівозмін на врожайність і продуктивність в органічному землеробстві

Регіна Шнайдер¹, Еберхард Хайлес², Георг Зальцедер³, Клаус Візінгер¹ Мартін Шмідт⁴ & Піір Урбатцка¹

Баварський державний інститут сільського господарства

¹Інститут агроекології, органічного землеробства та охорони ґрунтів

²Кафедра дослідних господарств Експериментальна ферма Пух

³Інститут агрономії і рослинництва

⁴Кафедра дослідних господарств, дослідницької діяльності та біометрії

Узагальнення

У сівозміні в органічному землеробстві відмінності в пропорції, використанні та типі бобових мають різний вплив на наступні товарні культури. На їх врожайність впливає система господарювання (тваринницька та безтваринницька) і позиція товарної культури після бобових. Щоб дослідити цей вплив, з 1998 року на фермі Пух, Верхня Баварія, культивували п'ять різних сівозмін, які перевіряли на врожайність і продуктивність.

Встановлено чіткі відмінності в продуктивності, залежно від того, чи були включені в оцінювання бобові. Виключне вирощування товарних культур із зерновими бобовими культурами замість конюшини призвело до значного зниження врожайності наступних товарних культур. Найвища продуктивність досягнута в сівозмінах з конюшиною зі скошуванням (тваринницьке господарство). У досліджуваних сівозмінах із замульчованими конюшиною або зерновими бобовими (безтваринницькі господарства), продуктивність була подібною, але нижчою порівняно з використанням скошування.

Вступ і мета

Організація сівозміни є суттєвим фактором для успішного вирощування культур в органічному землеробстві. Вона має вплив на хвороби і шкідників, рівень забур'яненості і забезпечення поживними речовинами всіх ланок сівозміни. Найважливішим джерелом азоту при цьому є вирощування бобових культур. З одного боку, використовується здатність бульбочкових бактерій перетворювати атмосферний азот в доступний для рослин азот.

З іншого боку, надземна вегетативна маса використовується як корм для худоби на тваринницьких фермах. Рідкий гній і гній з хлівів переважно використовують як азотне добриво для товарних культур у сівозміні. Крім того, зростає кількість ферм з безтваринницькою формою господарства (Шмідт 2003р., Ляйтхольд 2002р.), через що все більшого значення набуває забезпечення поживними речовинами шляхом вирощування бобових. У зв'язку з цим постає питання про те, як різні пропорції, види бобових культур та їх використання впливають на врожайність, якість і продуктивність. У статті показано врожайність товарних культур і продуктивність в залежності від видів сівозміни.

Матеріал і методи

Експеримент проводився на дослідній фермі Баварського державного інституту сільського господарства Пух (округ Фюрстенфельдбрюк), починаючи з 1998 року. Дослідна ферма знаходиться на висоті 550 м над рівнем моря, багаторічні середні показники 8,5 °С і 877 мм опадів. Тип ґрунту – злегка гумусований псевдоглей-парабраунерде/заболочена бура земля, тип ґрунту – піщаний суглинок із балом бонітету 64. Експериментальна ферма обробляється традиційно, польовий експеримент проводиться відповідно до норм органічних стандартів ЄС. Експеримент складається з 5 сівозмін: 5-річної (FF1) і чотирьох 3-річних ротацій (FF2-FF5; таблиця 1). Кожна ланка сівозміни вирощується щороку.

Табл. 1. Огляд основних культур п'яти сівозмін з удобренням

	Сівозміна FF1	Сівозміна FF2	Сівозміна FF3	Сівозміна FF4	Сівозміна FF5
Вид добрива	гній	гній			
Обсяг добрив (кг N ¹ /га/год)	56,9	65,6			
1. рік	Трава конюшини (Укос)	Трава конюшини (Укос)	Трава конюшини (мульча)	Трава конюшини (мульча)	Зернобобові ²⁾
2. рік	Трава конюшини (Укос)	Картопля +25 м ³ гній	Картопля	Озима пшениця (+ проміжна культура ³⁾)	Озима пшениця (+проміжна культура ³⁾)
3. рік	Картопля +25 м ³ гній	Озима пшениця +20 м ³ гній	Озима пшениця	Ярий ячмінь	Ярий ячмінь (+ проміжна культура ³⁾)
4. рік	Озима пшениця +20 м ³ гній				
5. рік	Озиме жито +20 м ³ гній				

¹⁾ N = Нітрат-N + амоній-N, розрахований на основі аналізу рідкого гною

²⁾ Квасоля польова (1998-2001), горох кормовий (2002, 2003) та соя (2004-2010)

³⁾ Олександрійська конюшина

FF1 і FF2 імітують системи тваринницького господарства: траву конюшини скошують на корм, натомість вносять рідкий гній до товарних культур (табл.1). FF3-FF5 характеризують системи безтваринницького господарства. Конюшину

мульчують або замінюють зерновими бобовими, додатково вирощують проміжні бобові культури.

Траву конюшини підсівали до попередньої зернової культури так, щоб її можна було використовувати протягом року. Скошування відбувалося тричі на рік у FF1 та FF2. Мульчування було виконано в FF3 і FF4 в тій самій ротації.

У випадку з конюшиною на додаток до визначення врожайності з посівної ділянки визначали й суху речовину в FF1 і FF2. Крім того, під час першого скошування візуально оцінювали у відсотках частки конюшини і різнотрав'я у посіві. Врожайність картоплі фіксували, а вихід товарної продукції розраховували за сортуванням без бульб мілких розмірів, які включали бульби розміром менше 35 мм для сортів від округлої до овальної форми та менше 30 мм для сортів від довго-овальної до довгої форми. Товарний вихід розраховувався на основі врожайності зернових культур (пшениці озимої, ячменю ярого, жита озимого), сухої речовини в перерахунку на 86% та сортування. У випадку озимої пшениці та озимого жита до товарного врожаю зараховували все зерно розміром більше 2,0 мм, у випадку ярого ячменю – більше 2,2 мм. Урожайність зернобобових культур розраховували за врожайністю посівної ділянки та сухої речовини. Для кормового гороху і польової квасолі перерахована суха речовина становила 86%, а для сої – 91%.

Для таких результатів використано дані з період з 2000 по 2010 роки. На початку, в 1998 р. і в 1999 р. не очікували ефекту від сівозміни, оскільки тут показано лише вплив попередніх культур і, отже, перш за все результат традиційного вирощування. Зернова одиниця «описує потужність енергозабезпечення рослинної продукції по відношенню до потужності, розрахованої для кормового ячменю» (Тюрінгський державний інститут сільського господарства, 2011р.). Тому для порівняння продуктивності сівозмін використовували зернові одиниці відповідно до Абель та ін. (2010р.) (табл. 2). Єдиний виняток становив фактор для конюшини, який не наводився Абель та ін. (2010р.). Для конюшини було використано значення в показнику зернової одиниці Федерального міністерства продовольства і сільського господарства (2011р.). У розрахунку врожайності сіна конюшини як чверті врожаю свіжої маси йшлося про спрощене припущення, як і зазначалось у Абель та ін. (2010р.). Частки конюшини та різнотрав'я в насадженні трави конюшини можуть бути сильно варіативними. Виходячи з розрахункових пропорцій, відповідний урожай конюшини можна перевести в зернові одиниці. Дослід було поставлено у блочній триповторності, розмір ділянки складав 60 м² для картоплі та 30 м² для інших культур. Статистичну оцінку проводили за допомогою SAS 9.1.

Табл.2. Показник зернової одиниці для видів культур в досліді (Абель та ін., 2010р.)

	Показник зернової одиниці Зернова од./ц Вихід продукції	Врожайність на 1 ц
Пшениця	1,04	Вихід зерна 86% сухої речовини
Ячмінь	1	Вихід зерна 86% сухої речовини
Жито	1	Вихід зерна 86% сухої речовини
Картопля	0,22	Knollenertrag
Польова квасоля	0,94	Вихід зерна 86% сухої речовини
Горох	1,01	Вихід зерна 86% сухої речовини

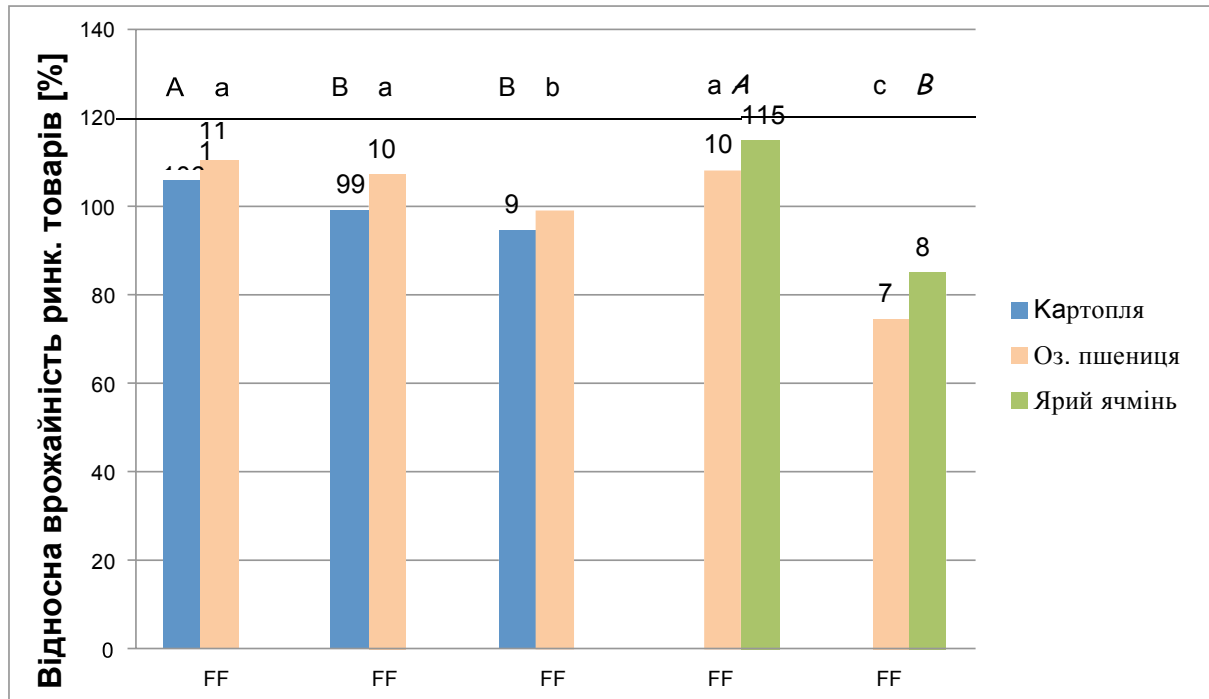
Соя	1,15	Вихід зерна 91% сухої речовини
Трава, свіжа	0,16	Вихід свіжої маси
Конюшина, сіно	0,68 ¹⁾	Сіно ²⁾

¹⁾ з Федерального міністерства продовольства і сільського господарства (2011р.)

²⁾ Вихід сіна = 0,25 * вихід свіжої маси (Абель та ін., 2010р.)

Результати і дискусія

Озиму пшеницю вирощували в кожній із п'яти сівозмін, вона дуже добре підходить для порівняння сівозмін з точки зору регулювання поживних речовин та позиції озимої пшениці після бобових.

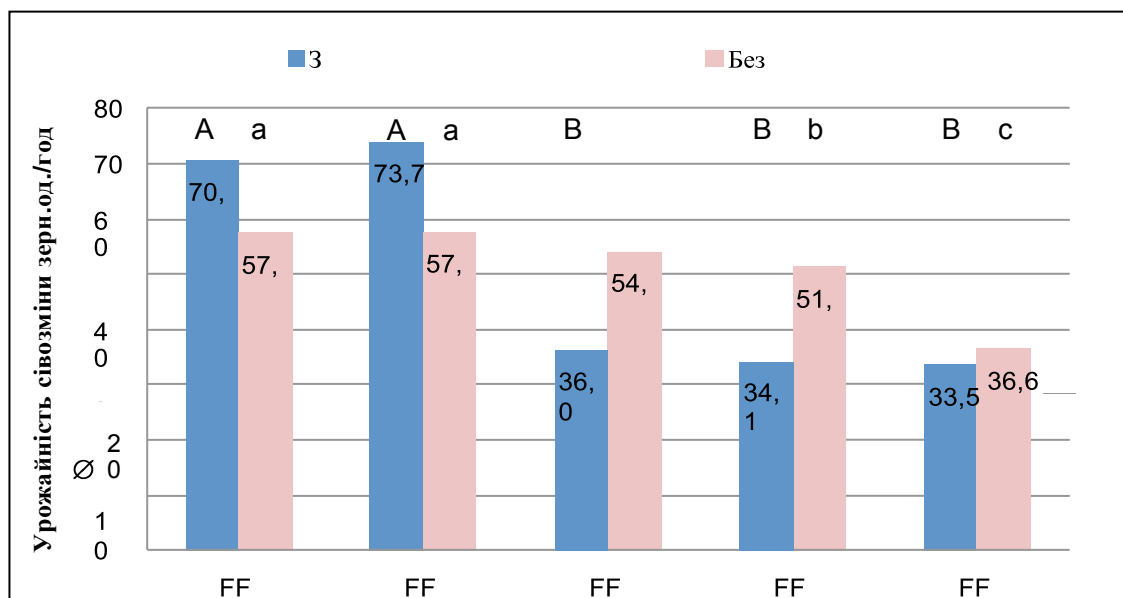


Зображення 1. Відносна ринкова врожайність картоплі, озимої пшениці, ярого ячменю залежно від виду сівозміни; Різні великі та малі літери = значні відмінності для озимої пшениці, ярого ячменю та картоплі (тест SNK, $p < 0,05$), 100% картоплі = 250,5 ц/га, 100% озимої пшениці = 50,1 ц/га, 100% ярого ячменю = 37,7 ц/га

В озимій пшениці сівозміни FF1, FF2 і FF4 принесли найвищу відносну ринкову врожайність з приблизно 110% і були статистично нерозрізненими (зображення 1). Сівозміна FF3 забезпечила значно нижчу врожайність порівняно з FF1, FF2 і FF4. У порівнянні з FF1 і FF2 причиною, ймовірно, було використання скошування та пов'язане з цим органічне удобрення в системі тваринницького господарства. Порівняно з FF4 нижча врожайність була зумовлена відстанню між озимою пшеницею та конюшиною. Сівозміна FF5 з 75% принесла найнижчу відносну врожайність порівняно з усіма іншими сівозмінами в рамках дослідження. Ймовірно, це було пов'язано з видаленням зібраного матеріалу із зернових бобових і меншою кількістю азоту в результаті фіксації бульбочкових бактерій (Маєр та ін., 2001р, Белау та ін., 1995р.). Крім того, врожайність зернових бобових культур часто була низькою в експерименті, серед іншого через значно більшу популяцію бур'янів (дані не наведено). Картопля дала значно вищий урожай товарної продукції в сівозміні FF1, ніж у сівозмінах FF2 та FF3 (зображення 1). Ймовірно, причиною було більш високе вивільнення азоту після дворічної конюшини порівняно з однорічною, що було пов'язано, серед іншого, з вищою здатністю фіксації азоту (Логес, 1998р.). Однакову ринкову врожайність картоплі в сівозмінах FF2 і FF3 можна пояснити майже порівнянними кількостями доступного для рослин азоту, які були доступні для наступних культур у змодельованих системах господарювання (порівн. Хойвінкель та ін., 2005р.). Відносна ринкова врожайність ярого ячменю становила 115% у сівозміні FF4 і була значно вищою, ніж у сівозміні FF5 – 85% (зображення 1). Причини вже були описані вище.

Якщо порівнювати сівозміни за продуктивністю у формі зернових одиниць, то помітно, що з включенням зернобобових культур середня врожайність сівозмін у FF1 та FF2 була приблизно вдвічі вищою, ніж у FF3, FF4 та FF5 (зображення 2). Таким чином, FF1 і FF2 значно відрізнялися від інших сівозмін. Це було пояснено скошуванням трави конюшини та поверненням органічних добрив, які проводилися в сівозмінах FF1 та FF2 як імітаційних сівозмінах для тваринницьких ферм. У FF3 і FF4, тобто в безтваринницьких системах господарства, траву конюшини мульчували та залишали на ділянці, і тому в обчислення вона включалась як 0 зернових одиниць. У сівозміні FF5 три товарні культури були включені до зернових бобових, але все одно продуктивність у цій сівозміні була порівнянна з FF3 та FF4. Це було пов'язано з недостатнім забезпеченням поживними речовинами наступних після зернових бобових культур (див. вище) та низькою врожайністю зернових бобових (дані не наведено).

Якщо розглядати продуктивність сівозмін без зернобобових культур, то виходить диференційована картина. FF1, FF2 і FF3 істотно не відрізнялися (зображення 2). Ті самі товарні культури вирощувалися в FF2 і FF3, з тенденцією до зниження від FF2 до FF3. Ймовірно, це можна пояснити значно вищою товарною врожайністю озимої пшениці від FF2 до FF3, при цьому товарна врожайність картоплі була однаковою (зображення 1). FF4 показувала слабші результати порівняно з FF1, FF2 і FF3. Ярий ячмінь у FF4 не міг збалансувати врожайність картоплі з інших трьох сівозмін за показником продуктивності. У той же час озима пшениця в FF4 досягла значно вищого врожаю товарної продукції, ніж у FF3 (зображення 1), що, ймовірно, було достатнім, щоб не виникло істотної різниці в продуктивності між FF3 і FF4. З усіх сівозмін FF5 показала найнижчу продуктивність без урахування бобових (зображення 2). Це було зумовлено найнижчою врожайністю товарних культур (зображення 1).



Зображення 2. Середня врожайність сівозміни в зернових одиницях за рік залежно від виду сівозміни; різні великі або малі літери = значні відмінності в залежності від того, чи з або без включення бобових культур (тест SNK, $p < 0,05$)

Висновки

Найвищої продуктивності було досягнуто при вирощуванні в системах тваринницьких господарств, за рахунок використання конюшини та пов'язаної з нею віддачі поживних речовин. Якщо йдеться про безтваринницьку систему господарства та неможлива пряма переробка конюшини, вирощування сівозмін з конюшиною, що мульчується, слід подумати про зернобобові для наступних товарних культур. При включенні до оцінки мульчованої трави конюшини та зернобобових культур продуктивність усієї сівозміни була схожою.

Подяка

Ми хотіли б щиро подякувати всім колегам з Баварського державного інституту сільського господарства за їх внесок у дослідницький проєкт.

Література

Абель Х., Тойвзен Л., Шульце Мьокінг С., Клапп Ц. (2010): Перегляд ключа зернових і тваринницьких одиниць. Геттінгенський університет. URL: <http://download.ble.de/06HS030.pdf> ; Перевірено 23.01.2012

Белау Л., Хорнемаєр Б., Матеїс Ф. (1995): Модельні дослідження для оцінки потенційного викиду азоту після оранки трави конюшини. Arch Agron Soil Sci 39:37-43 BMELV, 2011: Ключ зернової одиниці. URL: <http://reports.bmelv-statistics.de/SJT-3120100-2010.pdf>; Перевірено 23.01.2012р.

Хойвінкель Х., Гутсер Р., Шмідхальтер У. (2005): Вплив мульчування замість скошування трави конюшини на N-потіки сівозміни. У: Баварський державний інститут сільського господарства (ред.): Дослідження органічного землеробства в Баварії, серія публікацій 6/2005, 71-79.

Лейтольд Г. (2002): Органічне землеробство – екологічно чисте виробництво продуктів харчування та продовольча безпека, р. 5. URL: http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2003/1283/pdf/Leithold-2002_VortragHST.pdf Доступ 23.01.12

Логес Р. (1998): Урожайність, якість корму, продуктивність N₂-фіксації та вартість попереднього врожаю конюшини червоної та трав'яних насаджень конюшини червоної. Дисертація в Кільському університеті.

Маср Й., Бюггер Ф., Хес Й. (2001): Визначення азотної трансформації залишкового азоту трьох видів зернових бобових у наступних культурах пшениці та ріпаку за допомогою методу маркування ¹⁵N in situ. У: Рінтс Х-Й. (Ред.): Від напрямних зображень до напрямних ліній - матеріали до 6-ї наукової конференції з органічного землеробства, видавництво Dr. Köster, 191-194.

Шмідт Х. (2003): Орне землеробство в органічному землеробстві без тваринництва, р. 5. URL: <http://orgprints.org/5020/1/5020-02OE458-uni-giessen-2003-viehloser-ackerbau.pdf>; Доступ 17.01.12

Шмідт Х., Лейтольд Г. (2005): Експеримент з органічного орного землеробства Гладбахерхоф - Вплив сівозміни та обробітку ґрунту в першій ротації. В: Хесс Й., Раманн Г. (eds.): Матеріали до 8-ї наукової конференції з органічного землеробства, Kassel University Press GmbH, Kassel, 255-258.

Тюрінгський державний інститут сільського господарства, 2011: код зернової одиниці.
URL: http://www.tll.de/ainfo/pdf/ge_schl.pdf ; Перевірено 23.01.2012

Пропоноване посилання: Шнайдер Р., Хейлес Е., Залзедер Г., Візінгер К., Шмідт М. та Урбацька П. (2012): Вплив різних сівозмін в органічному землеробстві на врожайність і продуктивність. У: Візінгер К & Каіс К (eds.): Прикладні дослідження та поради для органічного землеробства в Баварії. День органічного землеробства 2012, Збірник доповідей. – LfL серія публікацій 4/2012, 87-93



Цей матеріал перекладено українською мовою проектом «Німецько-українська співпраця у галузі органічного сільського господарства».

© Всі права захищені

Повне чи часткове відтворення чи передача цієї публікації в будь-якій формі чи будь-якими засобами, в тому числі електронними, механічними, шляхом фотокопіювання чи запису чи у будь-який інший спосіб можливе лише за попередньої згоди авторів або видавців.