

# Стале використання післяжнивних решток для біоенергетики: Дослідження в США

Francisco J. Arriaga, PhD  
Sustainable Soil Management Lab  
Dept. of Soil Science  
Вісконсінський університет в Медісоні

*Аграрні рештки для біоенергетики: проблеми та рішення*  
*27 вересня 2018*



College of  
**Agricultural & Life Sciences**  
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON  
*Growing the future*

# План

- Інформація про збір аграрної біомаси для біоенергетики у США
  - Що стимулювало цей напрямок у США?
  - Проблеми, на які спрямоване це дослідження
- Обговорення досліджень, проведених у США
  - Вплив на врожайність
  - Вплив на органічний вуглець ґрунту і родючість
  - Запропоновані варіанти агротехніки
- Рекомендації щодо збору аграрної біомаси для біоенергетики з точки зору сталого використання ґрунту



# Ключові передумови

- У США основний інтерес щодо використання післяжнивних решток для виробництва енергії зосереджений на рідкому паливі з метою зменшення залежності від нафти.
  - У США уже виробляється етанол із зерна кукурудзи. Він використовується як добавка до бензину.
- Передбачалося збільшення виробництва етанолу з аграрної біомаси для того, щоб збільшити відсоток його використання у бензині.
  - Була проведена деяка робота щодо виробництва біогазу та прямого спалювання (100% аграрної біомаси або сумісне спалювання з вугіллям) для виробництва електроенергії з використанням аграрної біомаси.
- Відходи виробництва кукурудзи на зерно (кукурудзиння) представляють собою потенційну сировину для виробництва етанолу у США, зважаючи на велику кількість вирощеної кукурудзи.
  - Були досліджені інші культури, такі як просо прутovidне (*Panicum virgatum*) та міскантус (*Miscanthus x giganteus*, стерильний гібрид).
- Ця презентація буде зосереджена на впливі збору побічної продукції виробництва кукурудзи на зерно на продуктивність ґрунту.

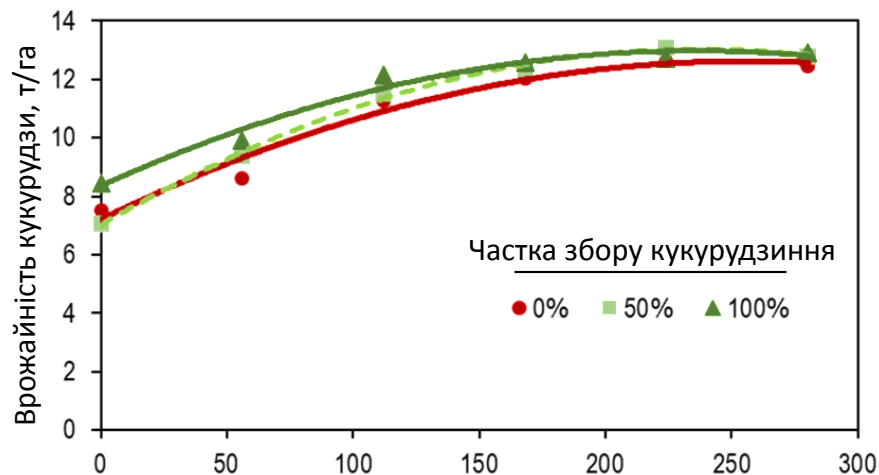


# Ключові передумови – продовження

- Занепокоєння щодо використання післяжнивних решток сільськогосподарських культур пов'язані зі зменшенням врожаю та здоров'ям ґрунту.
- Збирання аграрної біомаси призводить до зменшення вмісту органічного вуглецю та органічної речовини у ґрунті.
  - Органічна речовина ґрунту впливає на його фізичні властивості, такі як здатність поглинати воду та доступність води для рослин.
- Поживні речовини разом з аграрною біомасою видаляються з поля під час збору врожаю. Це призводить до зменшення поживних речовин (N, P, K та ін.) у ґрунті у порівнянні тільки зі збором зерна.
- Дані щодо конкретних типів ґрунтів, культур та обробітку ґрунтів у регіоні є ключовими для прийняття рішень щодо збору біомаси.



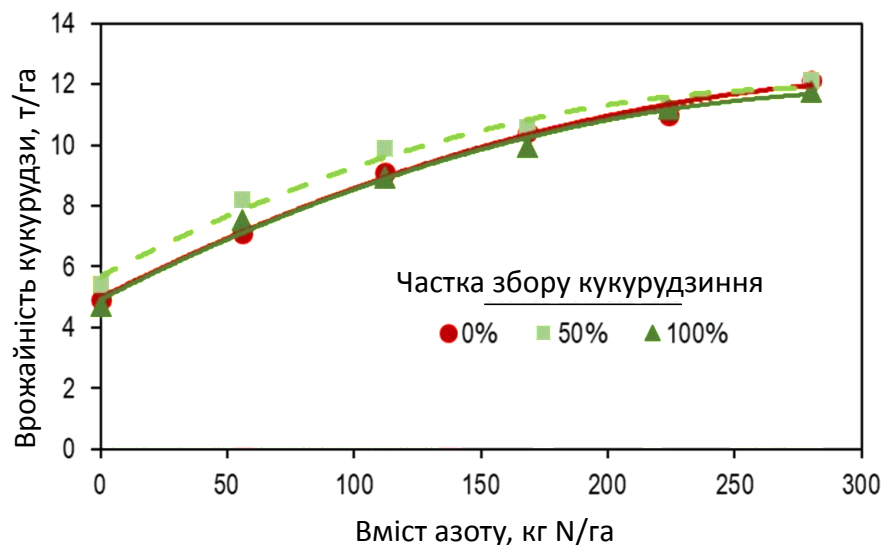
# Вплив збору кукурудзиння на врожай зерна кукурудзи – Вісконсін, 2010-2015



Місцезнаходження: м. Арлінгтон

Ґрунт: Моллісол

(ґрунт з гумусовим горизонтом)



Місцезнаходження: м. Ланкастер

Ґрунт: Альфісол

(ґрунт, збагачений алюмінієм і залізом)

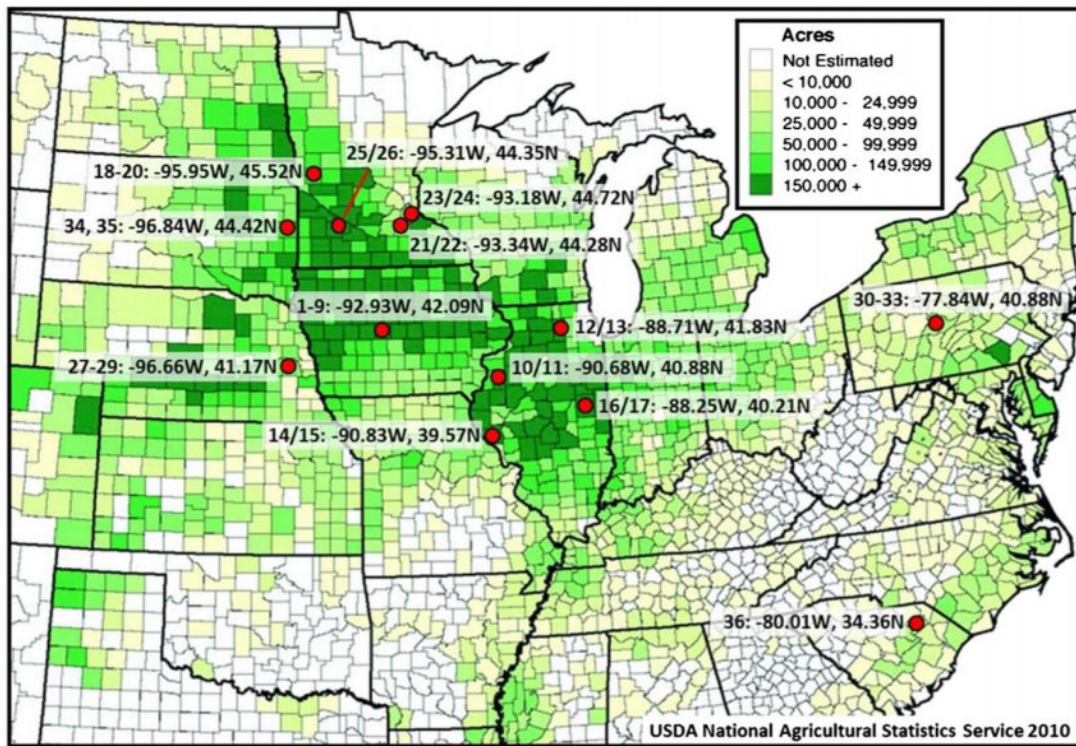


DEPARTMENT OF  
Soil Science

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

(Джерело: Arriaga та ін., неопубліковані дані)

# Оцінка виходу поживних залишків кукурудзи на Середньому Заході США



- 36 місць, роки спостережень (239 одиниць даних)
- Дослідження на кожному місці проводилося як мінімум 5 років
- Досліджувалися:
  1. Рівень збору кукурудзиння
  2. Обробіток ґрунту



# Оцінка збору післяжнивних решток кукурудзи – вихід та вплив на родючість

		Рівень збору післяжнивних решток кукурудзи		
	Врожайність в окрузі	Без збору	Середній збір	Високий збір
	----- Урожайність по зерну, т/га -----			
Середнє	10,2	9,8	10,1	10,1
Діапазон	2,9 - 13,4	1,3 - 16,5	0,6 - 16,7	0,8 - 16,4

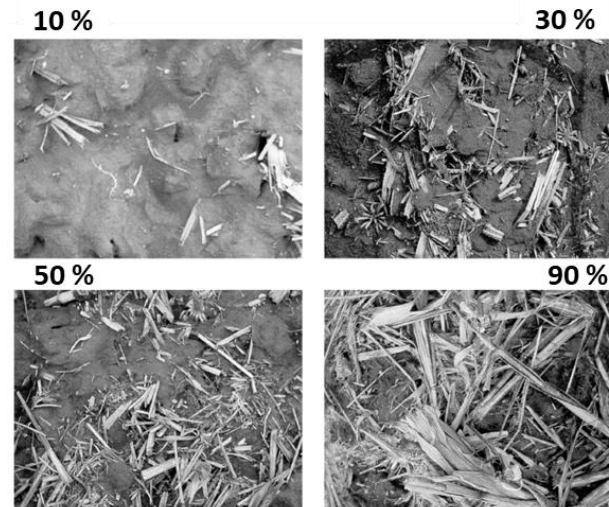
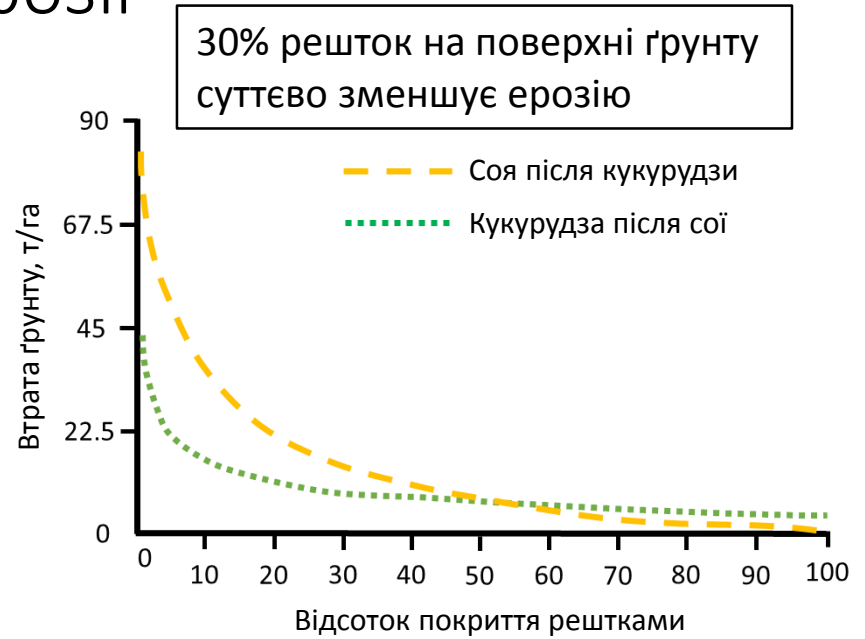
Тип обробітку ґрунту	Вихід кукурудзиння	Винесення N	Винесення P	Винесення K
	-- т/га --	----- кг/га -----		
	<b>Середній рівень збору</b>			
Традиційний	4,1	24,0	2,6	31,9
Без обробітку	3,7	24,5	2,8	30,9
LSD (0,10)	ns	ns	ns	ns
	<b>Високий рівень збору</b>			
Традиційний	7,1	43,3	4,6	59,0
Без обробітку	7,3	49,7	6,0	63,8
LSD (0,10)	ns	ns	ns	ns



# Менше післяжнивних решток на поверхні ґрунту збільшує ризик ерозії



## Процес водної ерозії



(Джерело: Purdue University AT-269-W)



DEPARTMENT OF  
Soil Science

UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



# Менше післяжнивних решток, стурбованість щодо ерозії – агротехнічні практики можуть допомогти

Штат	Ґрунт	Нахил	Т †	Кукурудза - кукурудза		Кукурудза - соя	
				Традиційний	Ґрунтозахисний	Традиційний	Ґрунтозахисний
		-- % --		----- т/га -----			
Айова	пилувато-глинистий суглинок	0 - 2	11,2	3,6	0,9	11,8	1,4
Іллінойс	пилуватий суглинок	2 - 4	9,0	9,3	1,4	11,8	1,8
Індіана	суглинковий комплекс	1 - 4	9,0	7,5	1,2	11,8	1,6
Мічиган	суглинок	0 - 6	9,0	3,2	0,8	3,2	0,8
Міннесота	пилуватий суглинок	2 - 6	11,2	0,1	0,1	2,5	0,1
Міннесота	суглинок	2 - 6	11,2	0,1	0,1	3,4	0,1
Небраска	пилуватий суглинок	3 - 5	11,2	3,7	0,1	11,8	1,0
Огайо	суглинок	0 - 2	9,0	2,1	1,1	11,8	1,4
Південна Дакота	пилумуловий суглинок	2 - 6	11,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Вісконсін	пилуватий суглинок	2 - 6	9,0	1,6	0,8	11,8	1,4
Середнє значення				3,1	0,7	8,0	1,0
Стандартна похибка				1,0	0,2	1,6	0,2

† - Т – допустима втрата ґрунту. Значення змінюється залежно від глибини горизонту ґрунту.



DEPARTMENT OF  
Soil Science

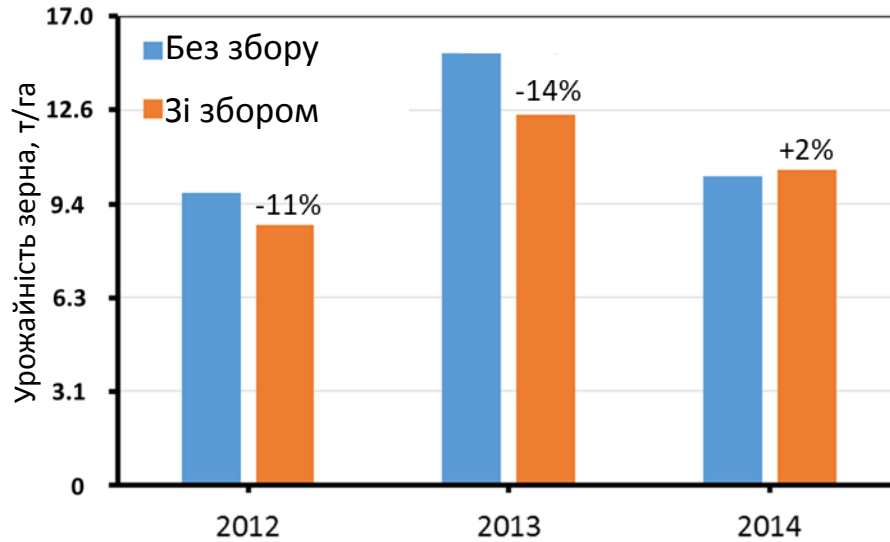
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON

(Джерело: Wilhelm та ін., 2007)

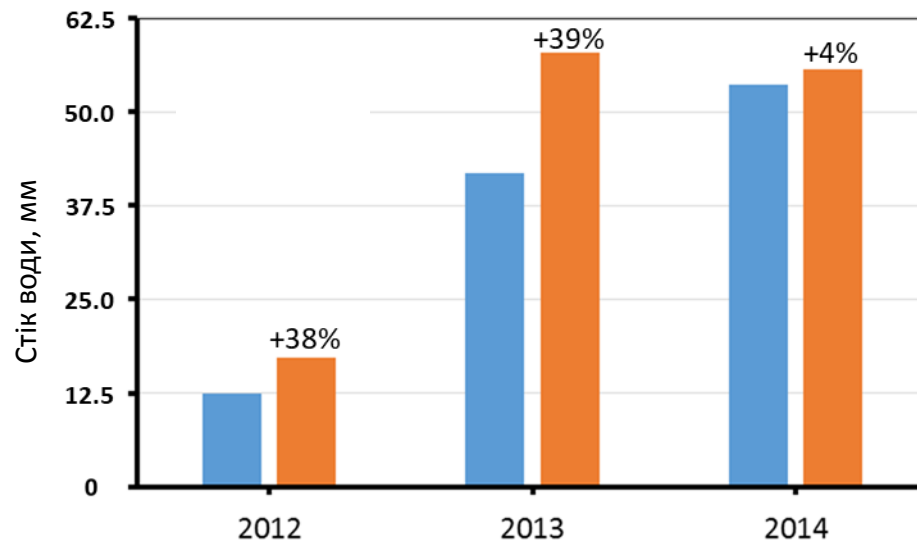


College of  
Agricultural & Life Sciences  
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON  
Growing the future

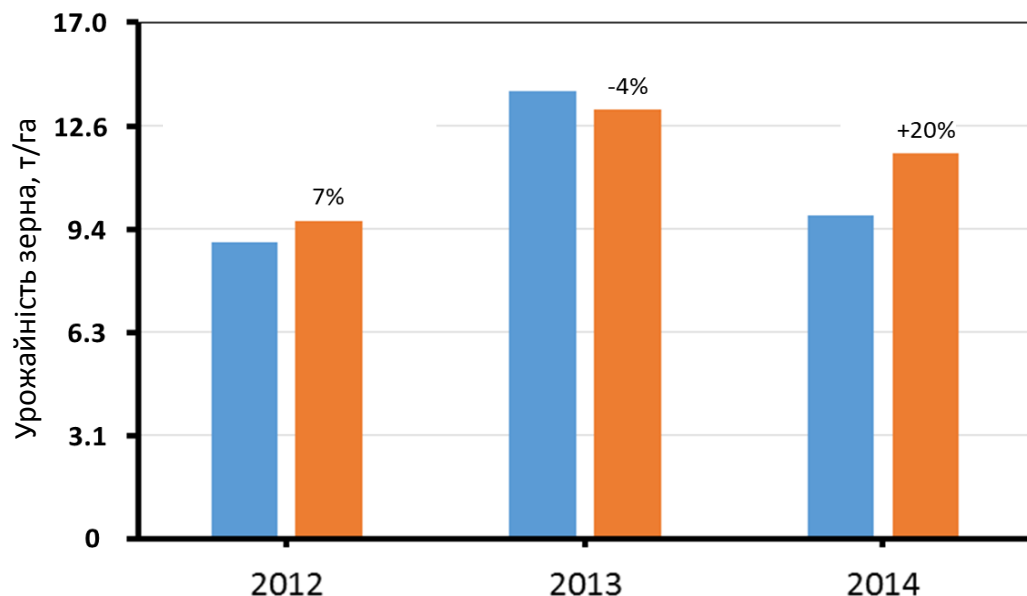
# Збір решток кукурудзи на зерно збільшив стік води і зменшив урожай



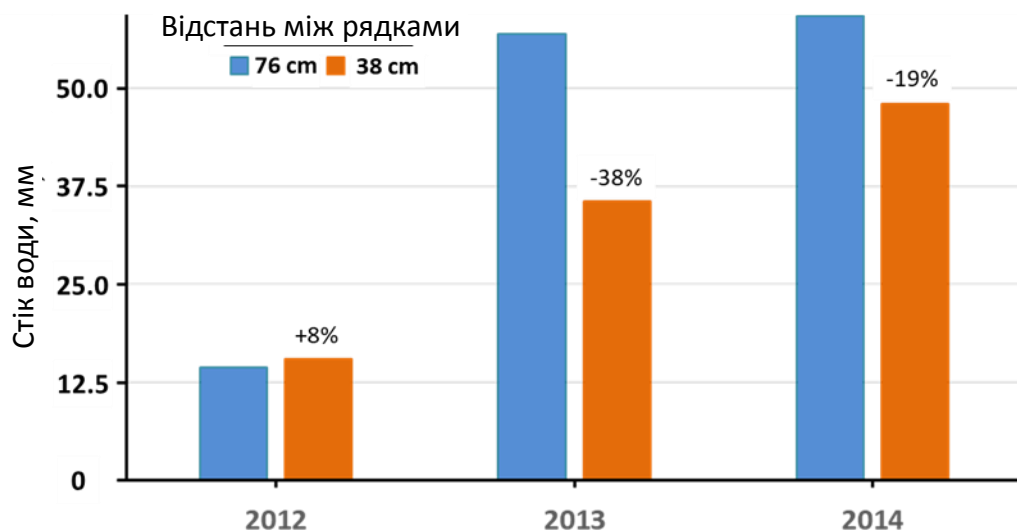
Ґрунт: еродований моллісоль  
Нахил: ~ 7%



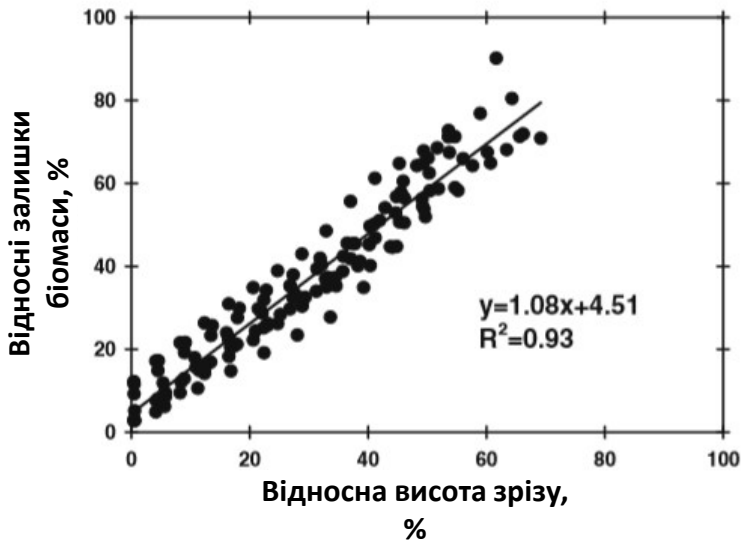
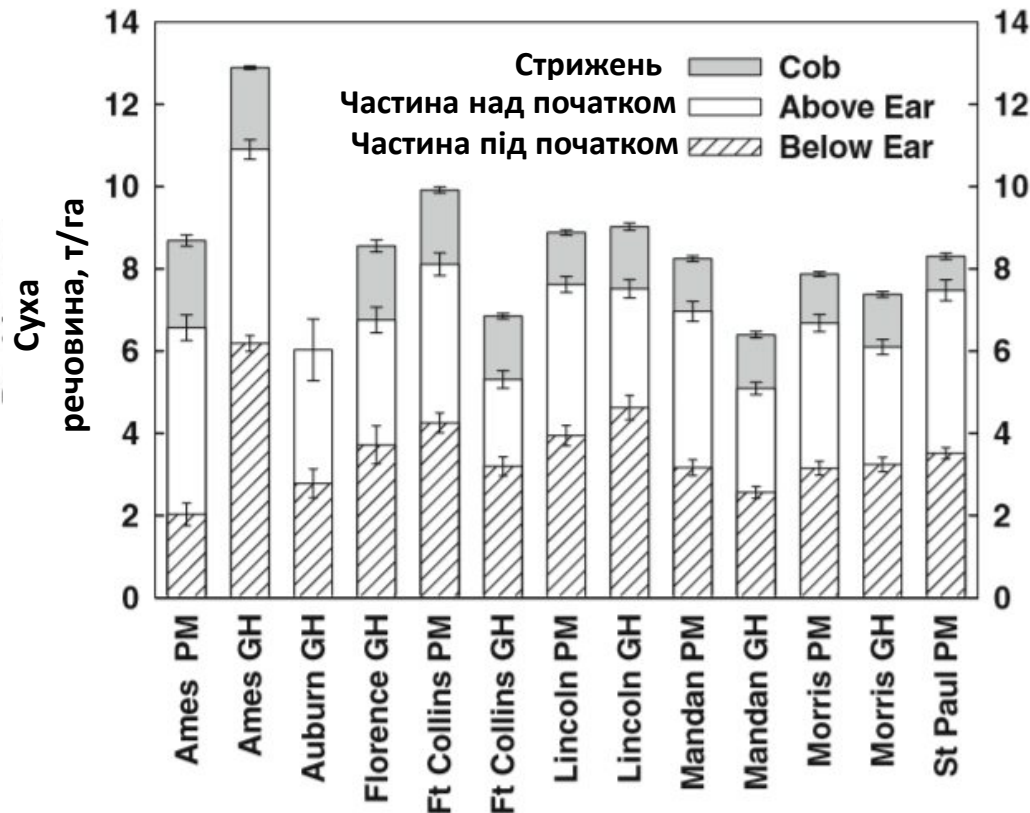
# Вузьке міжряддя кукурудзи зменшує стік води, незначний вплив на урожай зерна



Ґрунт: еродований моллісоль  
Нахил: ~ 7%



Знання співвідношення біомаси, що може бути зібрана та залишена у полі, для конкретних культур може бути корисним ...



(Джерело: Wilhelm та ін., 2011)



DEPARTMENT OF  
Soil Science

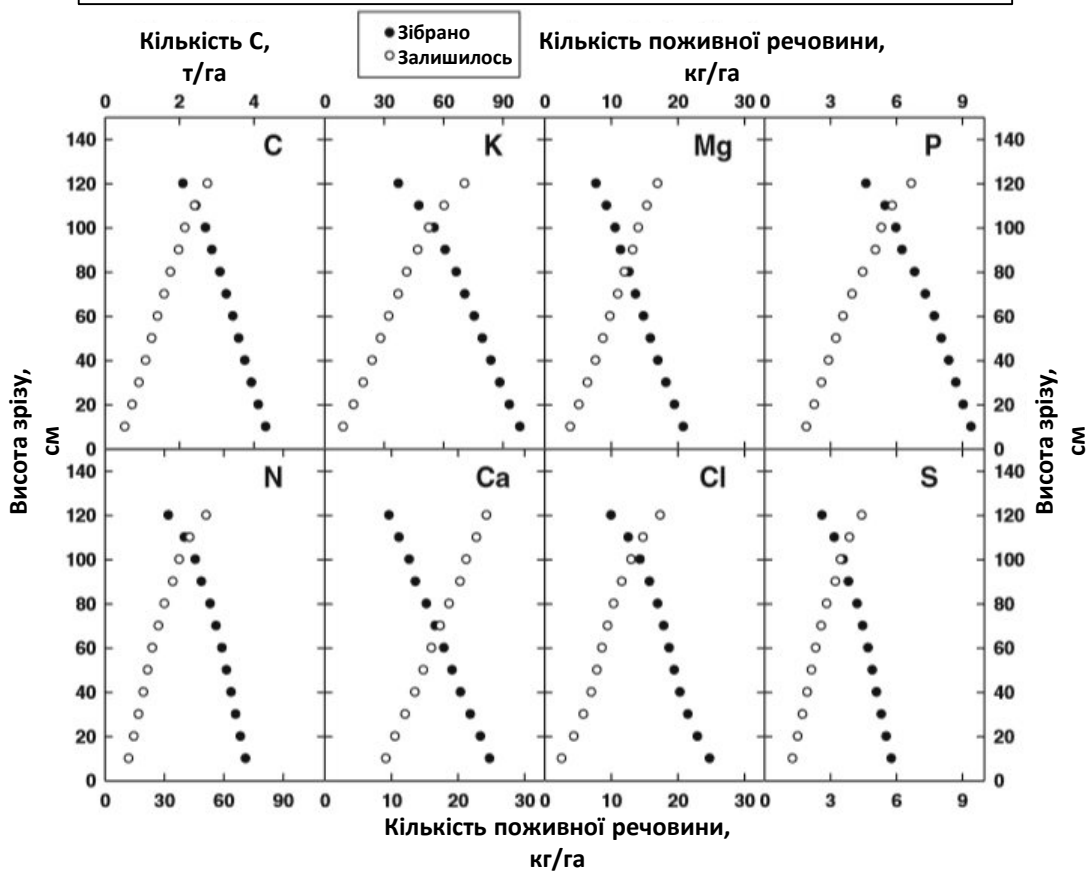
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



College of  
Agricultural & Life Sciences  
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON  
Growing the future

... і може допомогти у прийнятті агротехнічних рішень на полі

Взаємозв'язок висоти зрізання кукурудзи та кількості хімічних елементів



(Джерело: Johnson та ін., 2010)



DEPARTMENT OF  
Soil Science

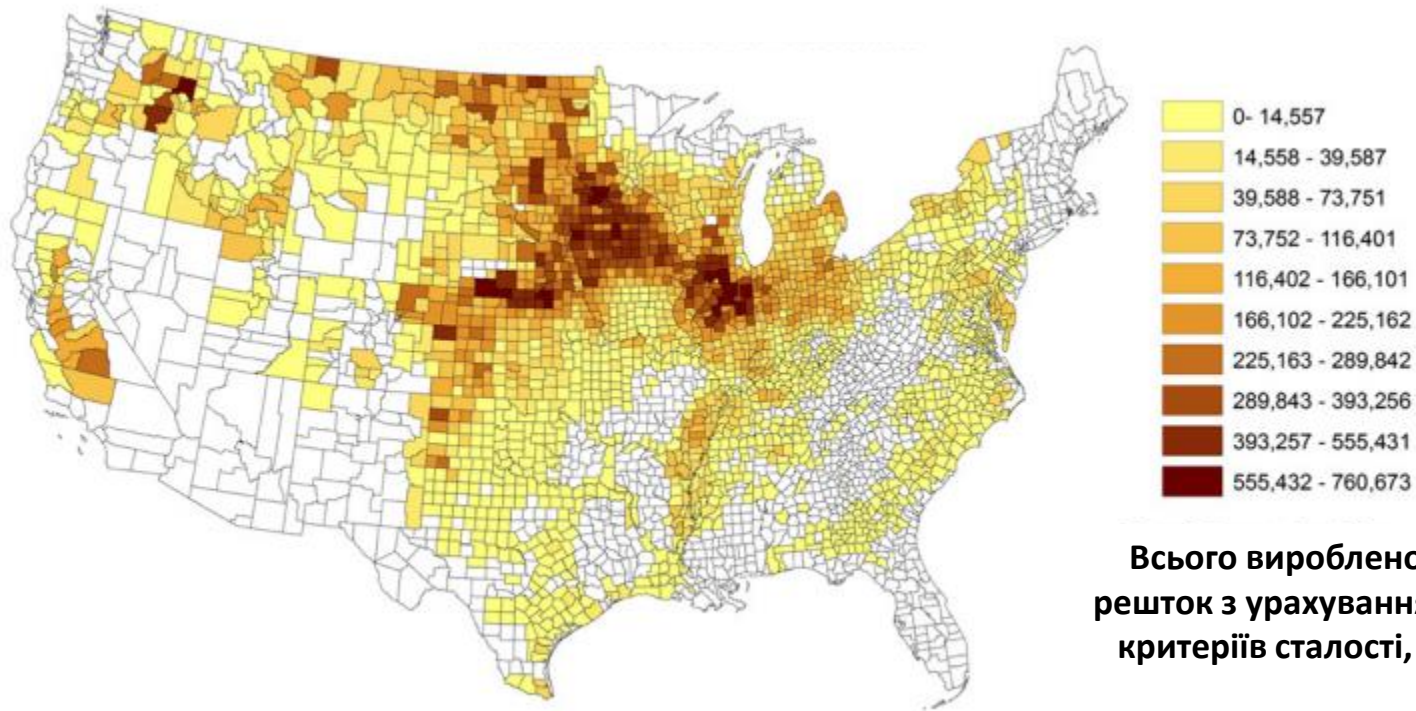
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON



College of  
Agricultural & Life Sciences  
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON  
Growing the future

# Потенціал решток, що враховує регіональні особливості ґрунту та культур

## Національний сценарій сталого збору післяжнивних решток, 2011

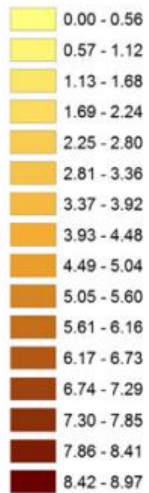


**Всього вироблено  
решток з урахуванням  
критеріїв сталості, т**

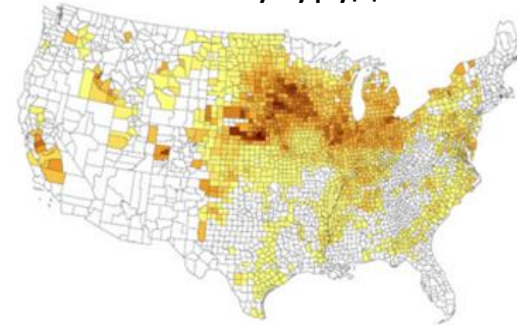


# Рівень збору з урахуванням критеріїв сталості по культурам

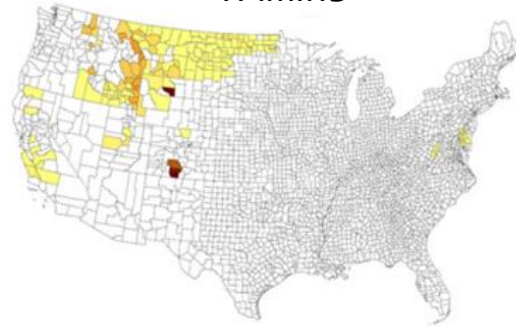
Величина збору  
(т/га)



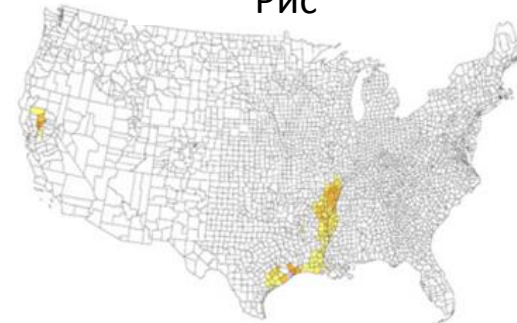
Кукурудза



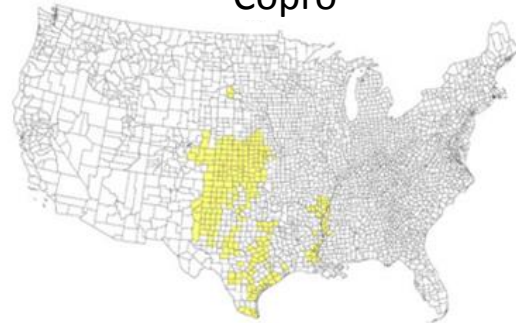
Ячмінь



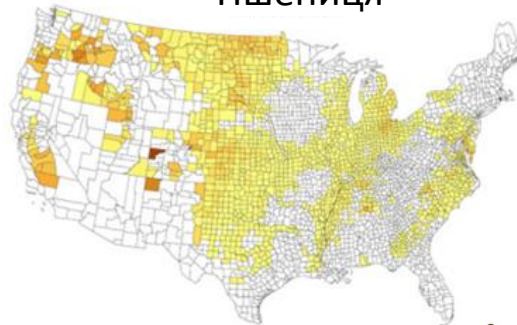
Рис



Сорго



Пшениця



# Загальні рекомендації

- Збір аграрної біомаси може бути виконаний з мінімальним впливом на ґрунт та оточуюче середовище, якщо робити його правильно.
  - Необхідно розглядати можливість збору лише частини біомаси та/або використовувати покривні культури для захисту ґрунту від ерозії та забезпечення органічного вуглецю для здоров'я ґрунту.
  - Поживні речовини для рослин повинні бути заміщені комерційними добривами або гноєм.
  - Може існувати ризик ущільнення ґрунту через використання додаткової техніки.
  - Змив поверхні ґрунту та ерозія можуть бути проблемою на похилих поверхнях, навіть при застосуванні мінімального обробітку. У цих районах можуть використовуватися постійні біоенергетичні культури.
- Важливим є використання даних та моделей для прийняття обґрунтованих рішень.





# Посилання

- Johnson, J.M.F., W.W. Wilhelm, D.L. Karlen, D.W. Archer, B. Wienhold, D.T. Lightle, D. Laird, J. Baker, T.E. Ochsner, J.M. Novak, A.D. Halvorson, F. Arriaga, and N. Barbour. 2010. Nutrient removal as a function of corn stover cutting height and cob harvest. *BioEnergy Research* 3(4):342-352.
- Karlen, D.L., S.J. Birrell, J.M.F. Johnson, S.L. Osborne, T.E. Schumacher, G.E. Varvel, R.B. Ferguson, J.M. Novak, J.R. Fredrick, J.M. Baker, J.A. Lamb, P.R. Adler, G.W. Roth, and E.D. Nafziger. 2014. Multilocation corn stover harvest effects on crop yields and nutrient removal. *BioEnergy Research* 7:528-539
- Wilhelm, W.W., J.M.F. Johnson, D.T. Lightle, D.L. Karlen, J.M. Novak, N.W. Barbour, D.A. Laird, J. Baker, T.E. Ochsner, A.D. Halvorson, D.W. Archer, and F. Arriaga. 2011. Vertical distribution of corn stover dry mass grown at several US locations. *BioEnergy Research* 4(1):11-21.
- Wilhelm, W.W., J.M.F. Johnson, D.L. Karlen, and D.T. Lightle. 2007. Corn stover to sustain soil organic carbon further constrains biomass supply. *Agronomy Journal* 99:1665-1667.
- Muth Jr., D.J. , K.M. Bryden, and R.G. Nelson. 2013. Sustainable agricultural residue removal for bioenergy: A spatially comprehensive US national assessment. *Applied Energy* 102:403-417.

## Зібрана кукурудза на силос

