

Агроекологічні вимоги та ефекти вирощування Міскантус Гігантеус

Тетяна Колесник

доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства
навчально-наукового інституту агроекології та землеустрою

**Національного університету водного господарства та
природокористування, м. Рівне, Україна**

Міскантус Гігантеус як цінна технічна культура

Площі плантацій міскантусу на фоні ін. енергетичних культур у Європі, 2011 р.

3

Країни ЄС	Верба	Тополя	Міскантус	Просо прутоподібне	Двукісточнік тростиноподібний
Австрія	220-1100	880-1100	800		
Бельгія		60	100		
Великобританія	1500-2300		10000-11000		
Німеччина	4000	5000	2000		
Данія	5697	2807	64		19
Ірландія	930		2200		
Італія	670	5490	50-100		
Литва	550				
Нідерланди			90		
Польща	5000-9000	300			
Румунія				50000	780
Швеція	11000	550	450		
Фінляндія					18700
Франція		2300	2000-3000		

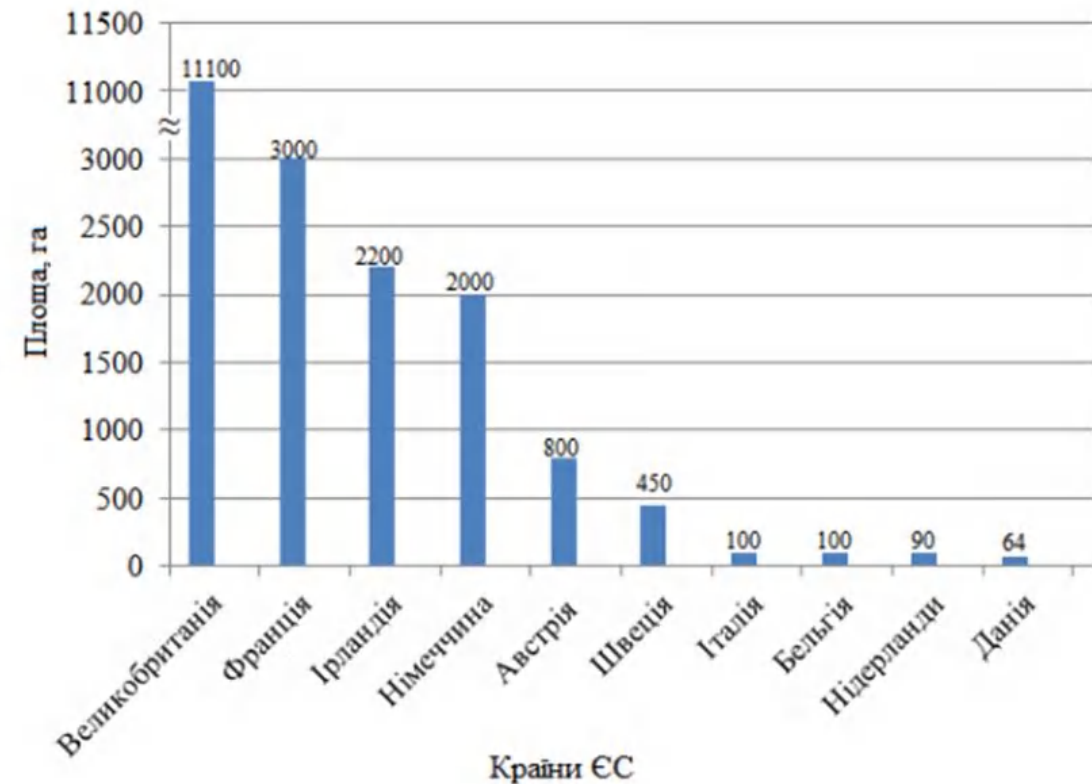
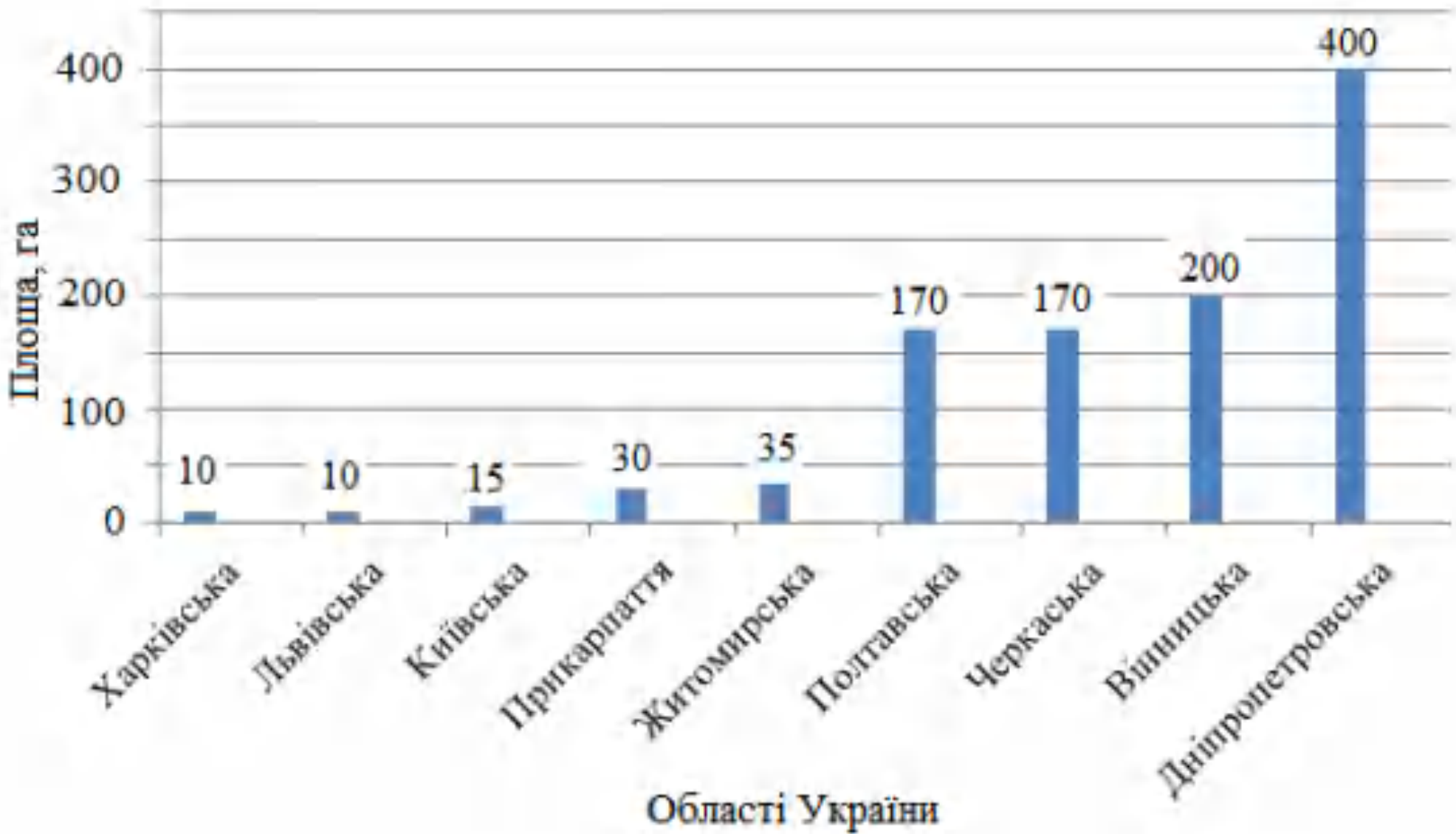


Рис. 4. Площі, які відведені під міскантус у країнах ЄС

Промислові плантації міскантусу в Україні, 2011 р.

4



Галузі використання міскантусу

5



Потенційний вихід твердого біопалива з багаторічних енергетичних культур

Культура	Площа плантацій, млн.га	Щорічна урожайність сухої маси, т/га	Вихід твердого біопалива, млн.т/рік	Еквівалент природного газу, млрд.м ³
верба, тополя	1,5	15	24,8	11,3
міскантус, свічграс	0,5	20	11,0	5,0
Разом	2	-	35,8	16,3

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЗАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА



Хімічний склад рослинної сировини, %

Сировина	Розчинність у		Смоли, жири, воски	Лігнін	Пенто- зани	Целю- лоза	Холо- целюлоза	Зольність
	воді	NaOH						
Міскантус гігантеус	6,2	24,4	2,2	24,4	23,4	42,9	62,6	2,7
Пшенична солома	10,1	38,4	5,2	18,6	26,4	46,2	67,7	4,2
Береза	2,2	11,2	1,8	21,0	10,7	41,0	64,7	0,5
Сосна	6,7	19,4	3,4	27,5	10,4	47,0	63,2	0,2

Порівняння хімічного складу *M. giganteus* зі складом іншої рослинної сировини виявило, що міскантус гігантеус за хімічним складом наближається до соломи інших злакових культур, зокрема пшениці, і порівняно з листяною деревиною (березою) **містить більше полісахаридів (целюлози і пентозанів)**, що свідчить про **можливість його використання (крім біопалива) для одержання волокнистих напівфабрикатів для виробництва паперу і картону** [13].

Характеристика паливних пелет [13]

Характеристика	Зразки пелет з <i>M. giganteus</i>	Вимоги європейських стандартів до паливних пелет
Вологість, %	10	не більше 10,0
Зольність, % від а.с.с.	4,88	не більше 3,0
Щільність, кг/дм ³	1,26	1,0–1,4
Теплота згорання МДж/кг	18,9	не менше 16,0

Теплотворна здатність різних видів сировини

Види сировини	Теплотворна здатність палива, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Тріски дерев, тирса	10,5–12,0
Гранули з соломи	14,0–18,8
Гранули з деревини	16,0–19,5
Брикети з деревини	16,8–21,0
Гранули з міскантусу	17,0–19,0
Гранули з лузги соняшнику	18,5–20,0
Кора	19,5
Кам'яне вугілля	27,0–30,0
Мазут	41,0



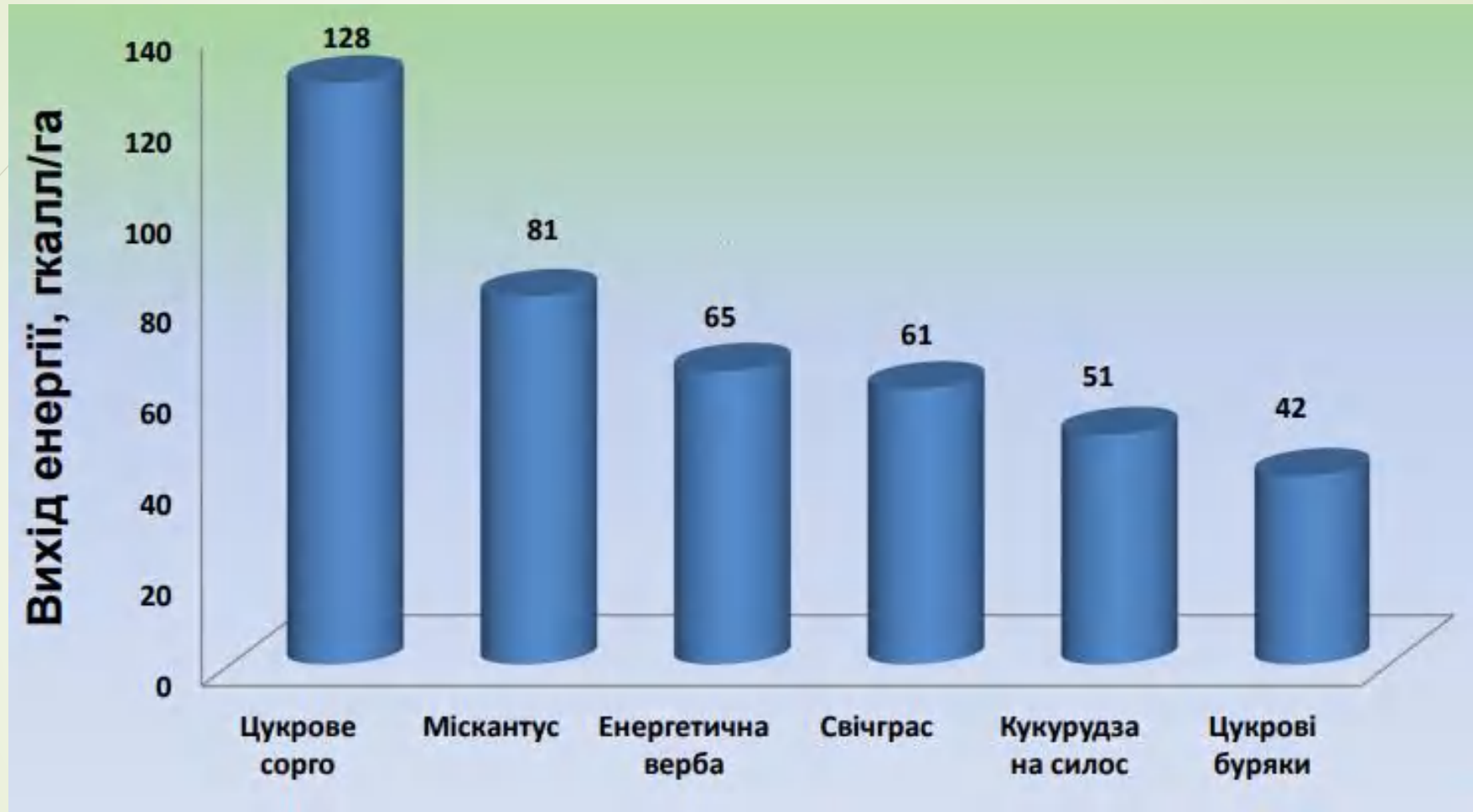
НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЗАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА



Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Середній вихід енергії з 1 га плантації енергетичних культур за рік

10



НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЗАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА



Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

Агроекологічні вимоги Міскантус Гігантеус

Основні агроекологічні вимоги Міскантус Гігантеус

12

№ п.п.	Агроекологічний показник	Вимоги Міскантус Гігантеус
1	Річна сума опадів, мм	600-700
2	Тип фотосинтезу	C ₄
3	Мінімально необхідна температура повітря для фотосинтезу	+5 °C...+10 °C
4	Оптимальна температура повітря для фотосинтезу	+28 °C...+32 °C
5	Оптимальна реакція ґрунтового розчину: pH _{KCl}	5,5...7,5
6	Обсяги виносу елементів живлення на 20 т сухої біомаси міскантусу, кг/га: (за помірного рівня удобрення)	60 кг/га N
		16 кг/га P ₂ O ₅
		80 кг/га K ₂ O

Міскантус Гігантеус

Міскантус (*Miscanthus A.*) – це багаторічна трав'яниста рослина з родини злакових, C4 типу фотосинтезу, який нараховує близько 40 видів. Міскантус є високоефективною екологічно чистою культурою: після чотирьох років вирощування він накопичує 15–20 т підземної біомаси, яка еквівалентна 7,2–9,2 т/га вуглецю. Тривалість використання плантації — близько 20 років, а комерційного вирощування — 15 років. Низькі експлуатаційні витрати на вирощування відкривають широкі можливості використання даної культури для виробництва твердих видів палива. Урожайність сухої біомаси становить 15-20 т/га. Біомасу можна збирати щорічно за допомогою звичайних кормозбиральних комбайнів, а отримана маса може йти безпосередньо на вироблення тепла або перероблятися в паливні брикети чи гранули. Рекомендують вирощувати на малопродуктивних ґрунтах, не придатних для вирощування інших сільськогосподарських культур.

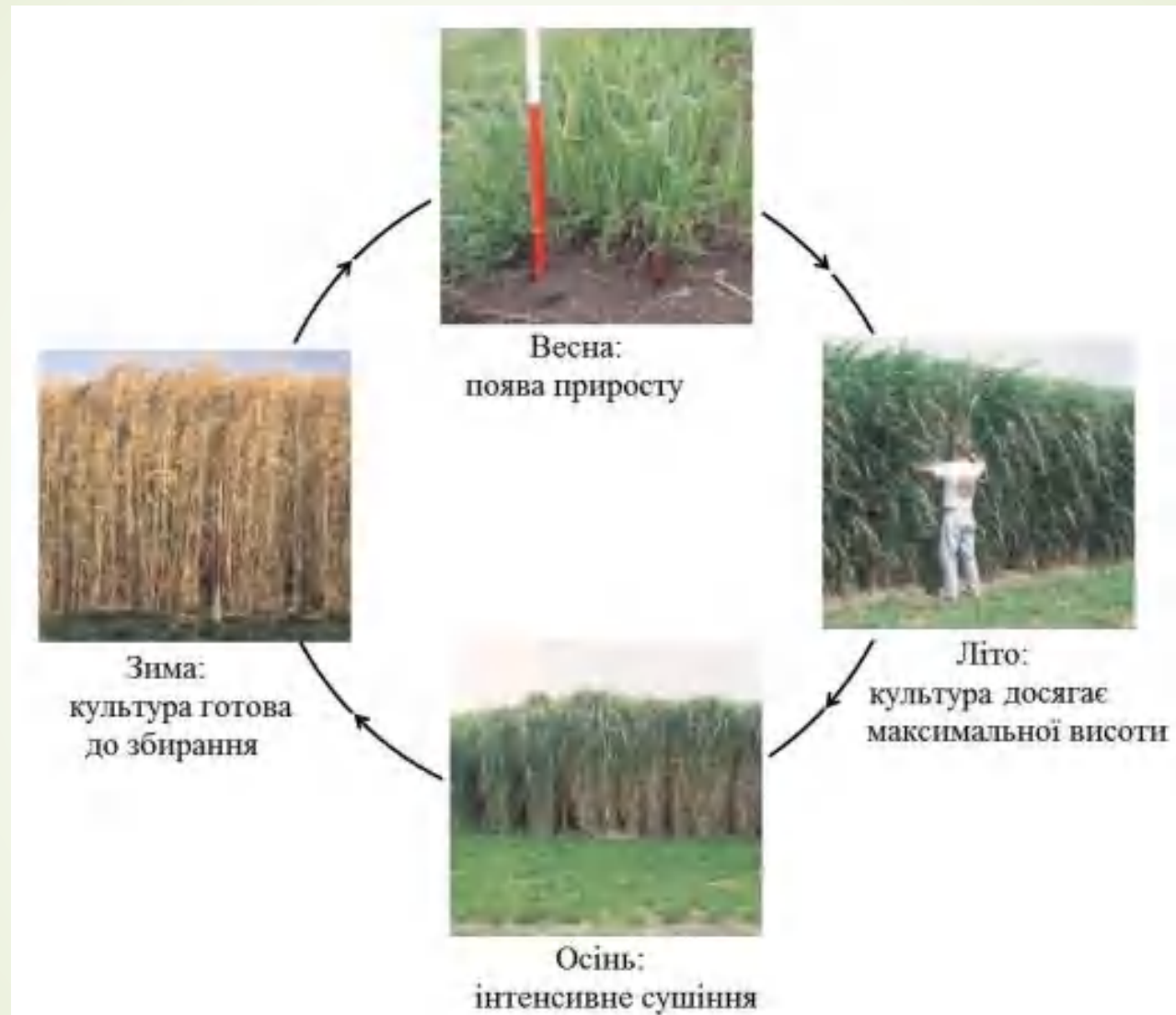


НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЗАЦІЇ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА
НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА



Річний цикл плантації міскантусу

14



Л.С. ЯСТРЕМСЬКА, Р.І. ПРИШЛЯК, Ю.В. ФЕДОНЮК
МІСКАНТУС – ЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВА
Національний авіаційний університет, м. Київ

Продуктивність біоенергетичних культур на осушуваних торфових ґрунтах Західного Полісся України («Чемерне» Рівненської області)

15

Культура	Продуктивність, т/га		Енергетична продуктивність, ГДж/га
	вегетативної маси	сухої речовини	
Багаторічні:			
Міскантус	55,6	24,9	420,8
Тошніамбур	98,6	24,6	415,7
Сіда	75,5	23,8	402,2
Трава Колумба	42,0	13,1	221,4
Очеретинка звичайна	35,5	12,6	212,9
Світчґрас	26,5	9,6	162,2
Однорічні:			
Сорго цукрове	91,1	19,8	334,6
Пайза	73,9	17,6	297,4
Сорго віничне	74,0	16,1	272,1
Кukuрудза	66,9	13,9	234,9
Сорго зернове	54,1	11,8	199,4
Суданська трава	51,2	11,1	187,6
Чумиза	43,5	9,7	163,9
Амарант	41,9	8,1	136,9
Просо	37,4	8,1	136,9
Соріз	35,6	7,7	130,1

М.Г. Стецюк, М.Д. Зосимчук, С.Д. Мельничук.

ПЕРСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИЩАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ.

Сарненська дослідна станція ІВПіМ НААН, м. Сарни, Рівненська обл.

**Урожайність міскантусу, вихід твердого палива та енергії з одиниці площі
залежно від різних систем удобрення (середнє за 2011–2015 рр.)**

16

№ вар.	Варіант	Урожайність,			Урожайність сухої речовини,		Вихід твердого палива, т/га	Вихід енергії, ГДж
		т/га	приріст		т/га	приріст, %		
			± т/га	%				
1	Гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	23,0	—	100	10,5	100	11,5	183,8
2	Біоприферм – еквівалентно вар. 1	24,7	1,7	107	11,2	107	12,3	197,0
3	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀	26,1	3,1	113	11,9	113	13,1	208,9
4	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₄₀ K ₆₀ + Полімиксобактерии	25,3	2,3	110	11,5	110	12,7	203,0
5	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₆₀ + азотфіксуючий біопрепарат	25,7	2,7	112	11,7	111	12,9	206,8
6	Сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	26,7	3,7	116	12,3	117	13,4	214,4

Скачок Л. М.1*, Квас В. М.

Комплексна оцінка вирощування біоенергетичних культур залежно від різних систем удобрення

1 Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченко, 97, м.

Чернівці, 14027, Україна, * e-mail: l1205@mail.ru

2 Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за три роки вегетації

Показник	Система удобрення			
	гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₅₀		сидерат + солома 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскантус	просо лозовидне	міскантус	просо лозовидне
Виробничі витрати, грн	12563,34	7598,24	12219,17	7313,94
Вихід біомаси, т/га	53,1	43,7	62,7	53,7
Собівартість виробництва 1 т, грн	236,59	137,87	194,88	136,2
Вихід сухої біомаси, т/га	25,4	21,2	30,4	25,9
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	494,61	358,41	401,95	282,4
Умовно чистий прибуток, грн/т	55,39	151,59	148,05	267,6
Рівень рентабельності, %	11	53	37	95

Скачок Л. М.^{1*}, Квак В. М.

Комплексна оцінка вирощування біоенергетичних культур залежно від різних систем удобрення

¹ Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченко, 97, м.

Чернігів, 14027, Україна, * e-mail: l1205@mail.ru

² Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за чотири роки вегетації

Показник	Система удобрення			
	гній, 40,0 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀		сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскаптус	просо лозовилне	міскаптус	просо лозовилне
Виробничі витрати, грн	37707,6	24053,5	33662,8	20113,2
Вихід біомаси, т/га	68,7	42,9	78,7	52,8
Собівартість виробництва 1 т, грн	548,9	560,7	427,7	380,9
Вихід сухої біомаси, т/га	41,8	32,1	49,0	38,5
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	902,1	749,3	687,0	522,4
Умовно чистий прибуток, грн/т	897,9	1050,7	1113,0	1277,6
Рівень рентабельності, %	99,5	140,2	162,0	314,6

Скачок Л. М.1*, Квас В. М.

Комплексна оцінка вирощування біоенергетичних культур залежно від різних систем удобрення

1 Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченко, 97, м.

Чернігів, 14027, Україна, * e-mail: l1205@mail.ru

2 Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

Економічна ефективність вирощування біоенергетичних культур на площі 1 га для виробництва твердого біопалива залежно від елементів систем удобрення за 2015 рік

Показник	Системи удобрення			
	гній, 40 т/га + N ₄₀ P ₁₅ K ₆₀		сидерат + солома, 10 т/га + N ₂₀ P ₁₅ K ₅₅ + Оазис (N ₂₀)	
	міскантус	просо позовідне	міскантус	просо позовідне
Виробничі витрати, грн	3158,4	3158,4	3158,4	3158,4
Вихід біомаси, т/га	39,0	23,2	44,2	28,7
Собівартість виробництва 1 т, грн	81,0	136,1	71,5	110,0
Вихід сухої біомаси, т/га	16,4	10,9	18,6	12,0
Собівартість сухої біомаси 1 т, грн	192,6	289,8	169,8	250,7
Умовно чистий прибуток, грн/т	1607,4	1510,2	1630,2	1549,3
Рівень рентабельності, %	835	521	960	618

Скачок Л. М.1*, Квас В. М.

Комплексна оцінка вирощування біоенергетичних культур залежно від різних систем удобрення

1 Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, вул. Шевченко, 97, м.

Чернівці, 14027, Україна, * e-mail: l1205@mail.ru

2 Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

Загальні рекомендації щодо забезпечення мінерального живлення Міскантус Гігантеус

Soil Index	Nitrogen (N) Kg/ha	Phosphorus (P) (kg/ha)	Potassium (K) (kg/ha)
1	100	23	120
2	80	13	75
3	50	0	40
4	30	0	0

Source: *Teagasc, 2008, Nutrient Guidance for Energy Crops

Note: The use of muriate of Potash (Potassium Chloride) should be avoided as the resultant high levels of chloride can lead to corrosion in boilers.

Розвиток кореневищ міскантусу та вміст поживних речовин * протягом перших 3-х періодів вегетації

Table 6. Rhizome development and nutrient content* over the first 3 seasons of growth

	At planting	After 1 year	After 2 years	After 3 years
Rhizome fresh weight (t/ha)	0.5	8	25	35
Total N in rhizomes (kg/ha)	2	25	80	115
Total P in rhizomes (kg/ha)	0.2	4	11	16
Total K in rhizomes (kg/ha)	3	40	130	180

* Preliminary data – figures may be modified when full results from the research programme have been completed

Загрози ураження Міскантус Гігантеус шкідниками

*Видовий склад шкідників міскантусу
(Національний ботанічний сад ім. М. Гришка, ботанічний сад
Національного агроекологічного університету, 2009–2010 рр.)*

Ряд	Родина	Назва
<i>Coleoptera</i>	<i>Scarabeidae</i> <i>Elateridae</i>	<i>Melolontha melolontha</i> <i>Agriotes sputator</i>
<i>Diptera</i>	<i>Cecidomyiidae</i>	<i>Mayetiola destructor</i>
<i>Lepidoptera</i>	<i>Noctuidae</i>	<i>Scotia segetum</i>
<i>Hemiptera</i>	<i>Pentatomidae</i>	<i>Carpocoris fuscispinus</i>
<i>Homoptera</i>	<i>Aphidiidae</i>	<i>Schizaphis graminum</i> , <i>Rhopalosiphum padi</i>
<i>Thysanoptera</i>	<i>Phleotripidae</i>	<i>Haplothrips tritici</i>
<i>Orthoptera</i>	<i>Grillotalpidae</i>	<i>Grillotalpa grillotalpa</i>

Стефановська Т.Р., Льюїс Е.Е., Лікар Я.О., Рахметов Д.Б.,
Підліснюк В.В. **Фітофаги міскантусу гігантського.**



*Рис. Пошкодження міскантусу
гессенською мухою*

Агроекологічні ефекти культивування Міскантус Гігантеус

Зміни родючості ґрунту у північно-східній Іспанії під впливом культивування плантації Міскантус Гігантеус

Показник родючості (шар 0-20 см)	Період відбору зразків ґрунту		Відносний приріст показника, %
	до посадки	після 4-х років культивування	
	плантації Miscanthus G.		
pH	6,3	6,4	1,6
C, г/кг	32,2	32,9	2,2
N-NH ₄ , мг/кг	35,6	32,3	-9,3
N-NO ₃ , мг/кг	9,9	12,2	23,2
P, мг/кг	25	17,1	-31,6
K, мг/кг	0,37	0,2	-45,9
Ca, мг/кг	8,7	6,81	-21,7
Mg, мг/кг	1,38	0,91	-34,1
Na, мг/кг	0,42	0,33	-21,4
Al, мг/кг	2,18	1,55	-28,9

**Comparison of Miscanthus and Switchgrass Cultivars for Biomass
Yield, Soil Nutrients, and Nutrient Removal in Northwest Spain**

José Alberto Oliveira,* C. P. West, Elias Afif, and Pedro Palencia

Зміни вмісту мінеральних форм азоту в ґрунті (0-20 см) впродовж періоду вегетації міскантусу (контроль - без добрив)

The Effects of Land-Use Change from Grassland to *Miscanthus x giganteus* on Soil N₂O Emissions

Brendan Roth 1,*, Michael Jones 1, James Burke 2,3 and Michael Williams 1

Figure 3. Cumulative N₂O Flux (g-N·ha⁻¹) ± SE (n = 8) over one year from three land uses; G (●), NM (■) and EM (▲).

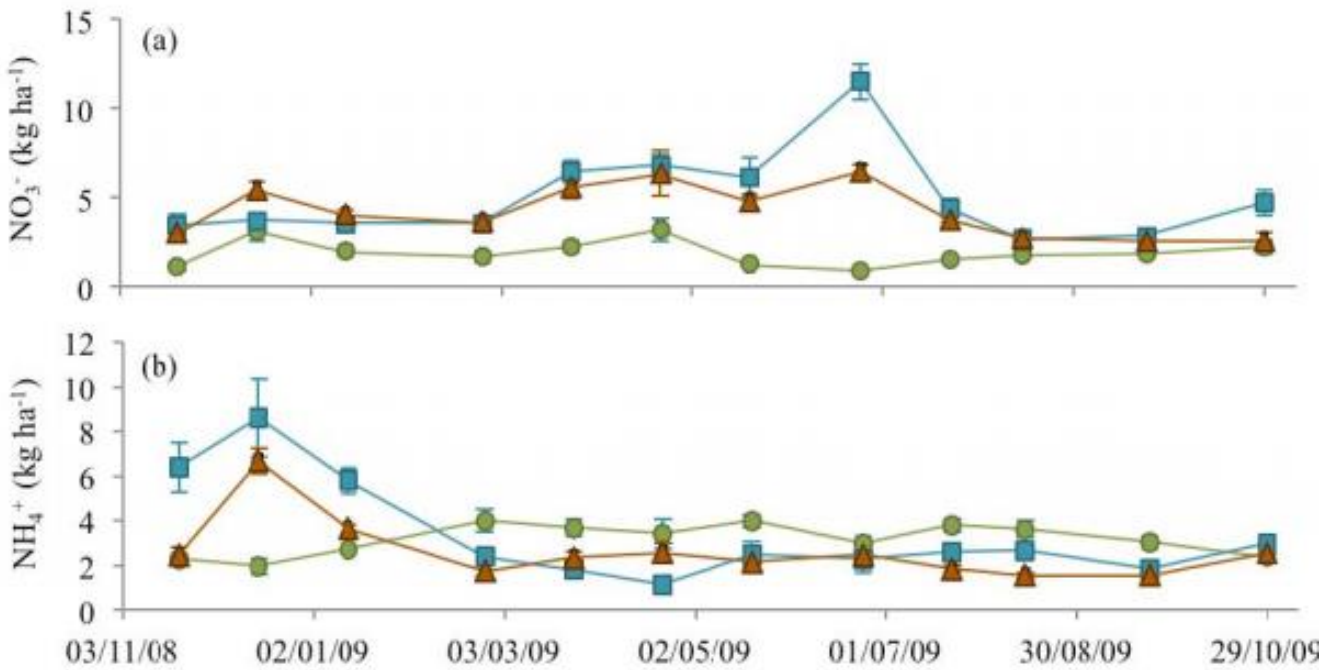
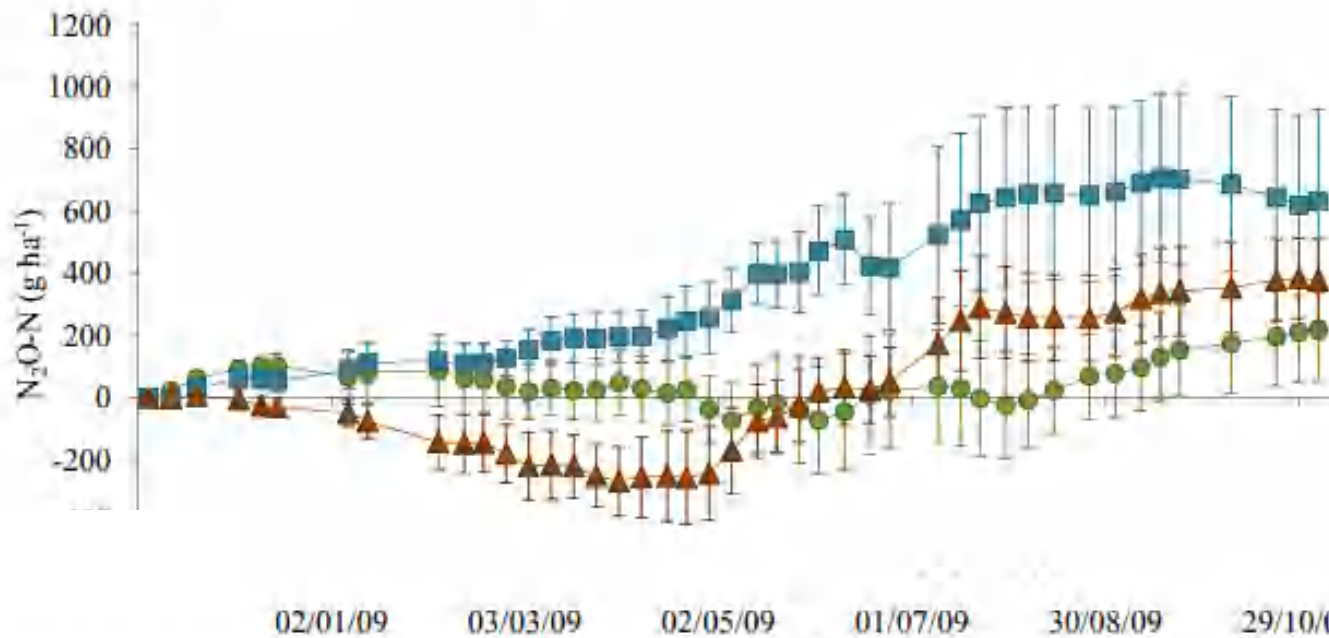
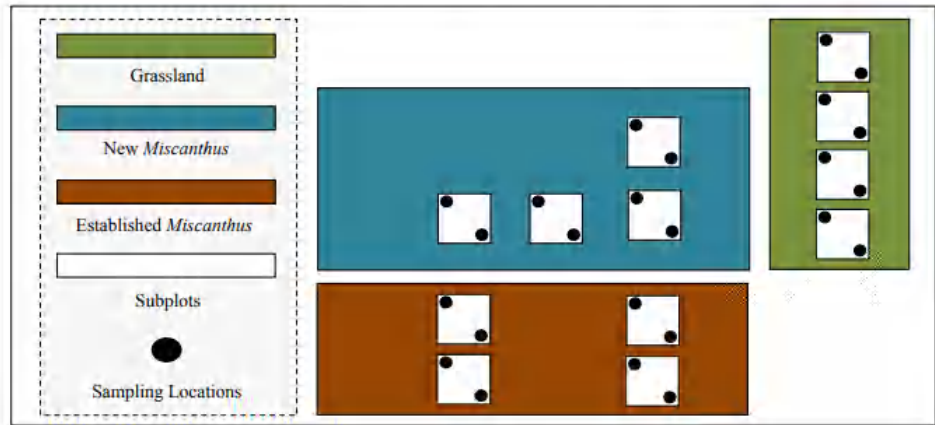


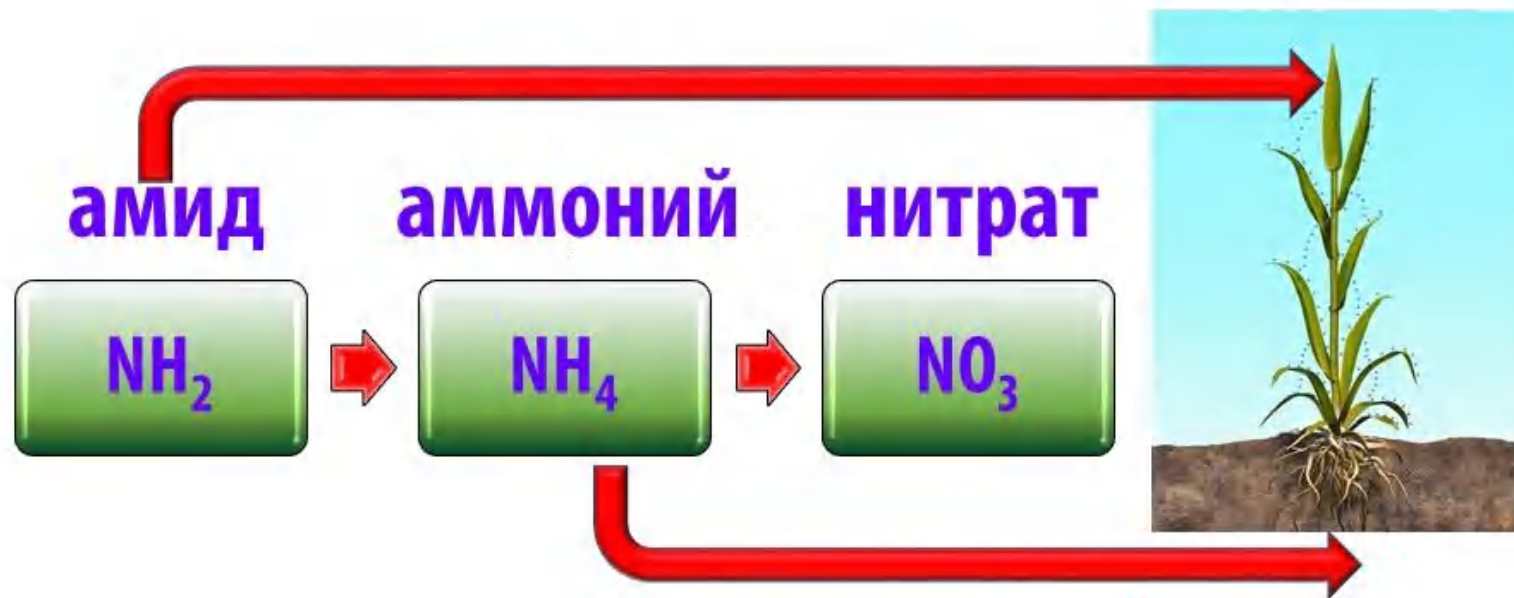
Figure 1. Diagram of experimental layout (not to scale).



Швидкість перебігу процесів мікробіологічного перетворення сполук азоту в ґрунті залежно від температури

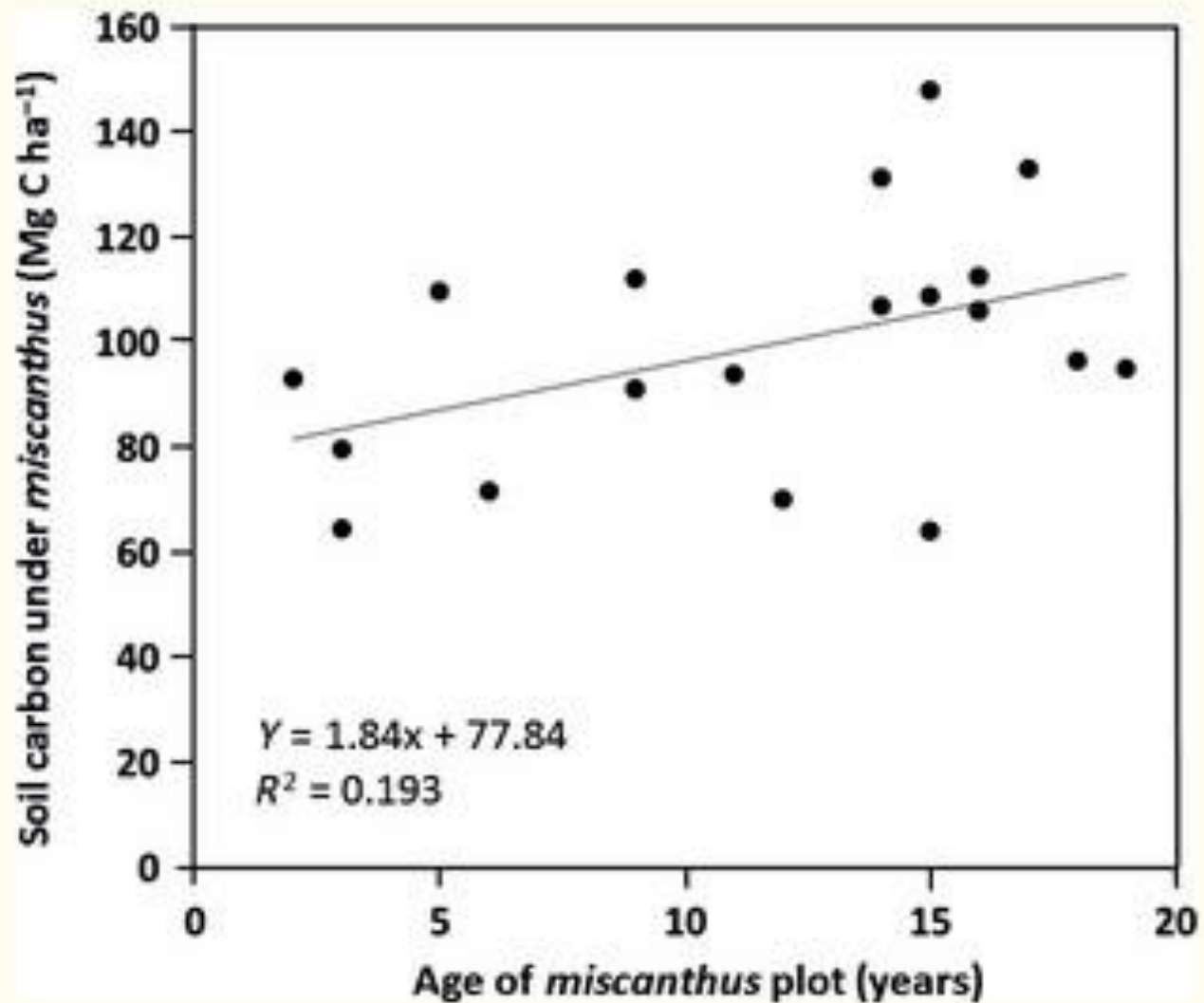
26

$\text{NH}_2 \rightarrow \text{NH}_4$	$\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_3$
2°C – 4 дня	5°C – 6 недель
10°C – 2 дня	8°C – 4 недели
20°C – 1 день	10°C – 2 недели
	20°C – 1 неделя



Зв'язок між тривалістю культивування Міскантус Гігантеус та вмістом вуглецю у ґрунті (середні дані по західній Європі)

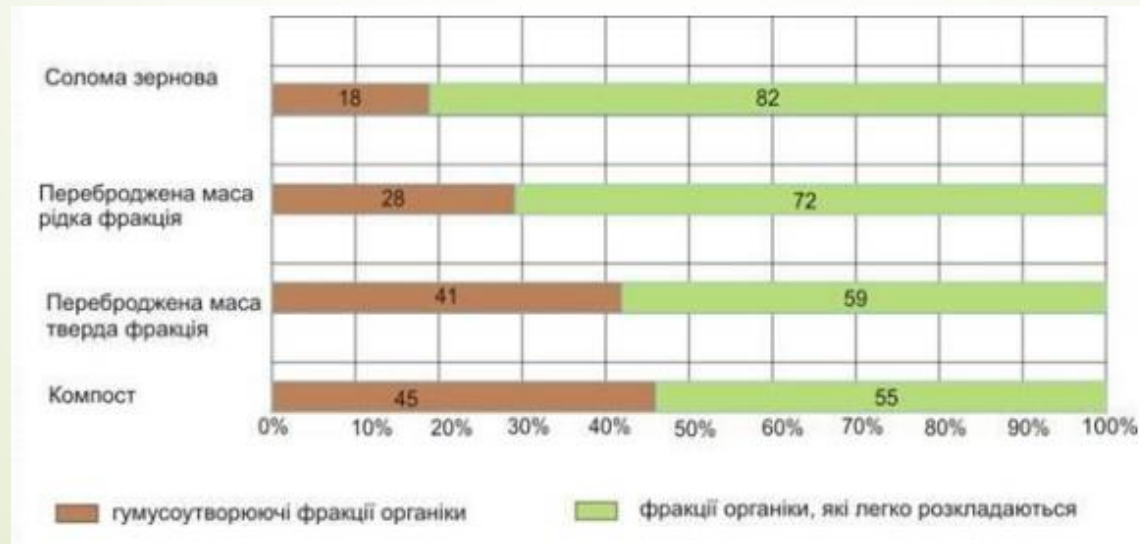
27



Коефіцієнти гуміфікації органічних матеріалів та добрив

Вид органічного матеріалу	Коефіцієнт гуміфікації сухої речовини, K_2
Листя	0,20
Корені	0,35
Зелені добрива	0,20-0,25
Солома	0,18-0,22
Підстилковий гній ВРХ напівперепрілий	0,40-0,50
Курячий послід гранульований	0,45-0,55
Вермикомпост	0,60-0,70

Потенційна здатність деяких органічних матеріалів до гумусоутворення



Рослинні рештки як джерело гумусоутворення

29

Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток		Середньорічна мінералізація гумусу, т/га	
Зернові колосові	0,22	Чорний пар	2,0
Кукурудза на зерно	0,20	Озимі на зерно	1,25
Горох	0,23	Буряки	1,59
Круп'яні культури	0,20	Кукурудза на зерно	1,56
Буряки	0,10	Кукурудза на силос	1,47
Соняшник	0,14	Ячмінь	1,23
Ріпак	0,23	Овес	1,20
Кукурудза на силос	0,17	Просо, гречка	1,10
Однорічні трави	0,23	Картопля	1,61
Багаторічні трави	0,23	Соняшник	1,39
Гній	0,06	Однорічні трави	1,10
Солома зернових	0,25	Багаторічні трави	0,60

Біохімічний склад біоенергетичних культур як основа мікробіологічних процесів їх трансформації

30

Table 2 Biochemical composition of all bioenergy crops (HC/L, holocellulose/lignin ratio; DM, dry matter, NA, not assessed). Values are averages of three replicates

Crop	Part	C/N	Hemicellulose (%/DM)	cellulose (%/DM)	lignin (%/DM)	HC/L ratio
Willow SRC	Leaf fall, leaves	25.5	16.1	16.0	27.2	1.2
Willow SRC	Leaf fall, branches	61.9	13.4	37.7	27.6	1.9
Willow SRC	Harvested	99.8	39.1	14.7	13.4	4.0
<i>Miscanthus × giganteus</i>	Rhizome	31.4	28.9	33.0	10.6	5.8
<i>Miscanthus × giganteus</i>	Stubble	166.6	28.0	47.5	14.2	5.3
<i>Miscanthus × giganteus</i>	Leaf fall	60.4	35.8	37.7	6.6	11.1
<i>Miscanthus × giganteus</i>	Harvested	196.5	49.3	27.0	12.0	6.4
<i>Miscanthus sinensis</i>	Rhizome	33.3	28.6	25.6	9.9	5.5
<i>Miscanthus sinensis</i>	Stubble	78.9	32.0	43.2	11.6	6.5
<i>Miscanthus sinensis</i>	Harvested	134.4	46.4	32.8	8.7	9.1
Switchgrass	Harvested	NA	44.0	32.5	9.1	8.4
Maize variety '34B39'	Stubble + roots	57.3	30.8	34.5	6.8	9.6
Maize variety '34B39'	Harvested	43.7	24.0	27.2	3.3	15.5
Maize variety <i>Aletico</i>	Stubble + roots	55.8	27.4	31.7	6.7	8.8
Maize variety <i>Aletico</i>	Harvested	48.1	21.0	20.7	2.5	16.7

Effects of first- and second-generation bioenergy crops on soil processes and legacy effects on a subsequent crop

MAARTEN SCHRAMA¹, BART VANDECASTEELE², SABRINA CARVALHO¹, HILDE MUYLLE² and WIM H. VAN DER PUTTEN^{1,3}

Потреби мікроорганізмів у елементах живлення

31

Хімічний склад бактерій

- Вода – 80-90%
- Сухий залишок із суміші органічних і мінеральних речовин – 10-20%

Основні органогени: C, N, O, H, P

Основні мінерали: Na, Mg, K, Ca, Fe, S

Мікроелементи: Mn, Mo, Zn, Cu, Co, Ni

Оптимальне співвідношення C:N добрив:

C:N = 20...30 : 1 – забезпечує переважання процесів

гумусоутворення над мінералізацією органічної речовини;

Якщо C:N > 30 : 1 – відбувається прискорена мінералізація органіки, в т.ч. гумусу ґрунту;

Якщо C:N < 20 : 1 – відбувається прискорена денітрифікація сполук азоту в ланцюгу: амоніфікація-нітрифікація-денітрифікація

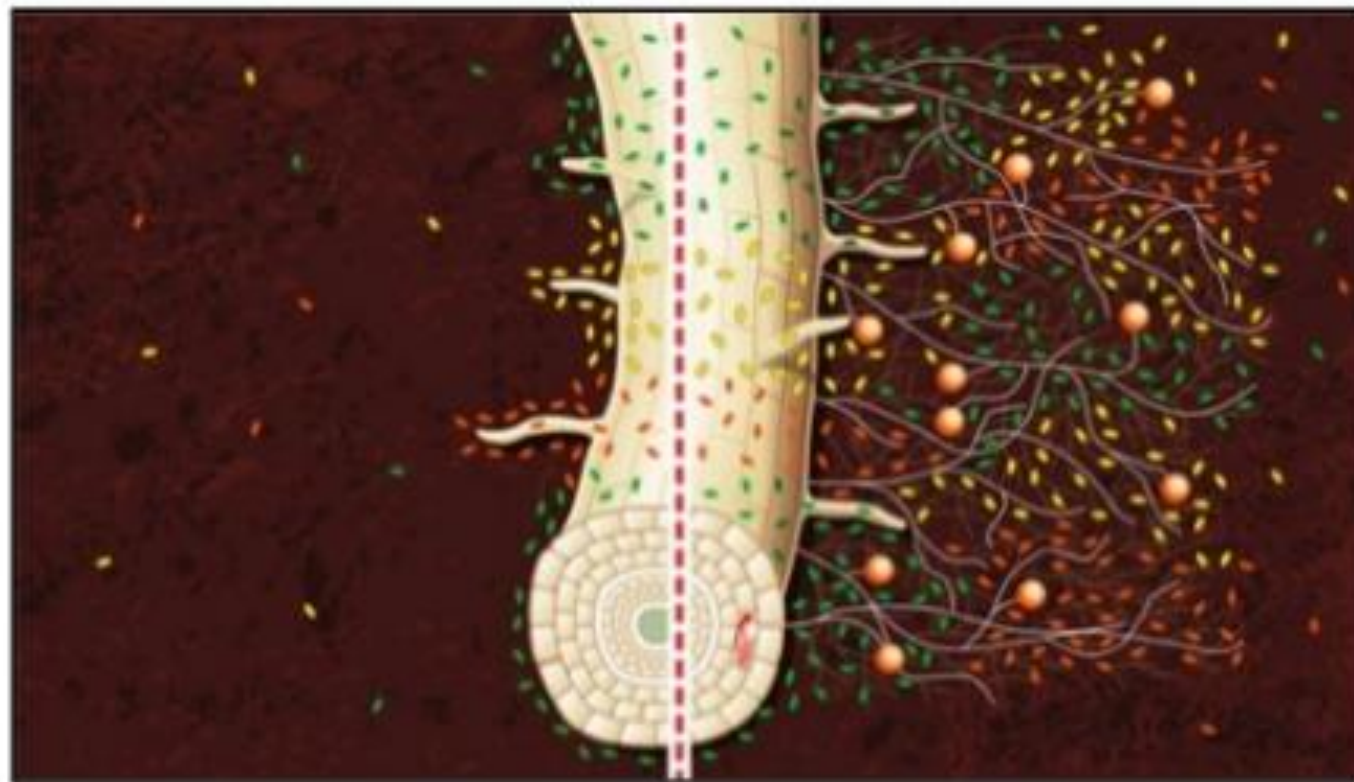
(високі непродуктивні втрати азоту добрив у атмосферу), після чого запускається процес дегуміфікації.

Мікроорганізми ґрунту як основний чинник забезпечення кореневого живлення рослин

32

Бактерії поселяються в ризосфері рослин, живляться їх ексудатами, рештками рослин, органічними та мінеральними сполуками добрив, перетворюючи їх у доступні рослинам форми.

Площа всмоктуючої поверхні мікоризоутворюючих грибів в 100 разів перевищує всмоктувальну поверхню кореня. Мікориза покращує кореневе живлення рослин в 15 разів.



Дякую за увагу!

З повагою, Тетяна Колесник

**доцент кафедри екології, технології захисту
навколишнього середовища та лісового
господарства ННІАЗ НУВГП**

t.m.kolesnyk@nuwm.edu.ua

+38 067-883-25-46