

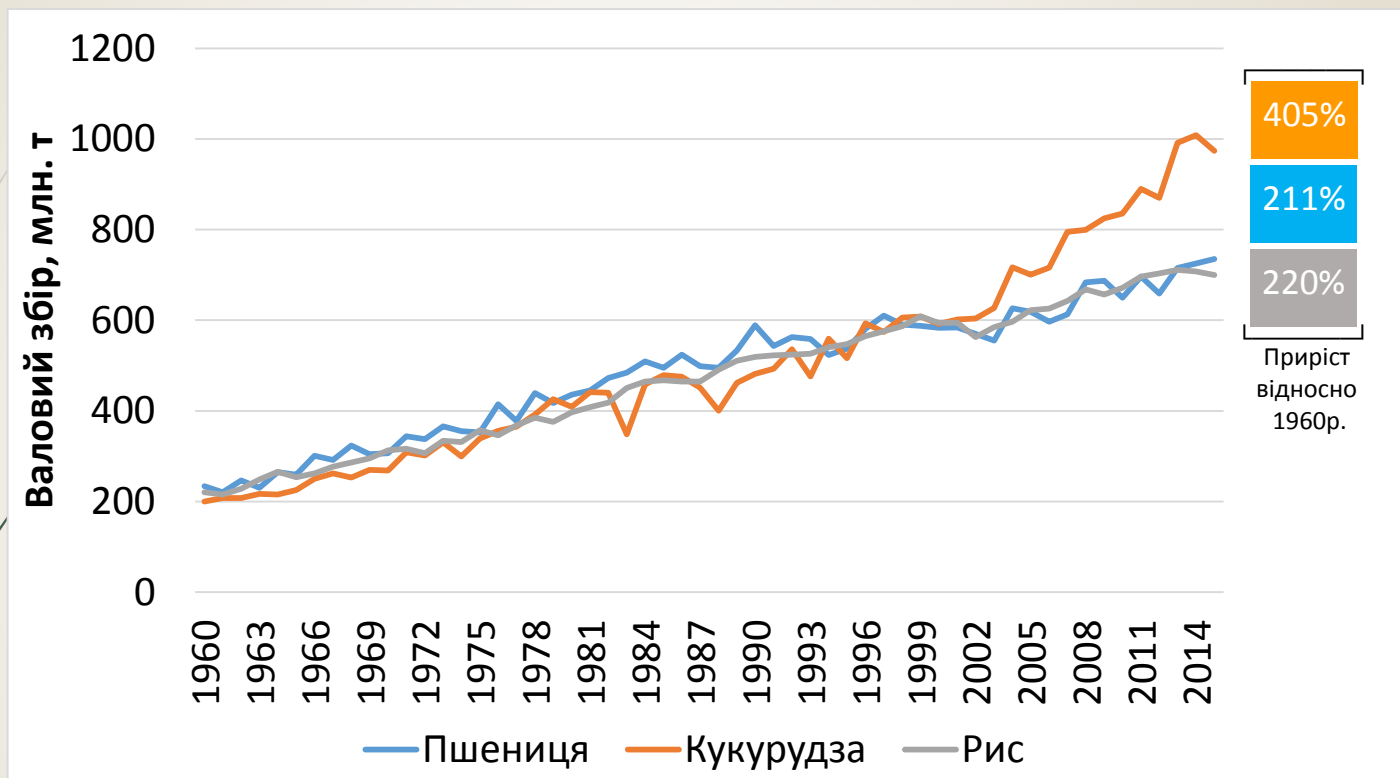


МОЖЛИВОСТІ ЗАГОТІВЛІ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ

Драгнєв Семен
НТЦ «Біомаса»

16 травня 2018, Черкаси

Валовий збір основних зернових культур у світі



Приріст зібраної площі під основними зерновими культурами у світі з 1960 р.

75%

33%

10%

Приріст врожайності основних зернових культур у світі з 1960 р.

189%

142%

182%

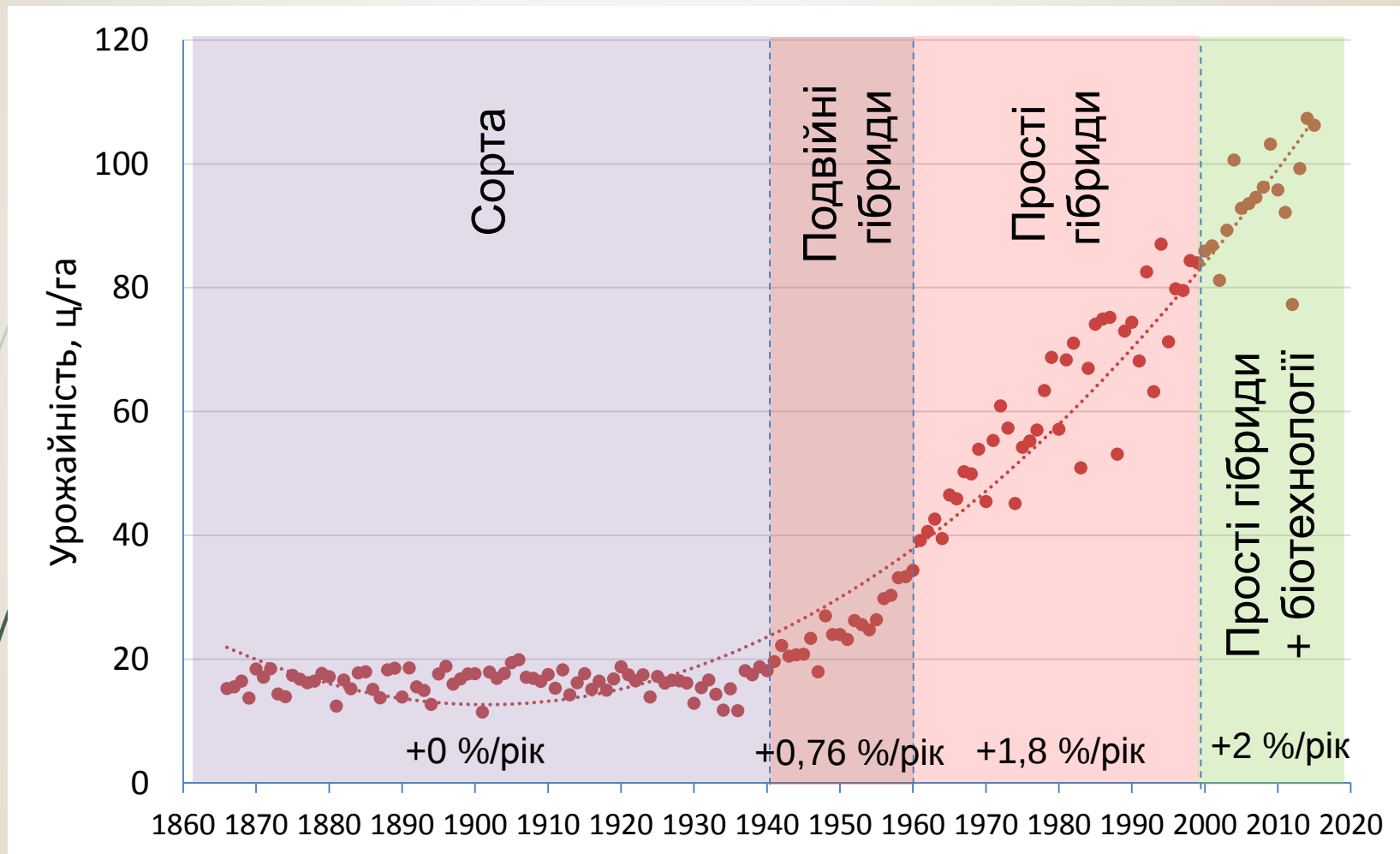
Основні виробники зерна кукурудзи у світі

№ П/П	Країна / регіон	Площа, млн. га				Врожайність, т/га				Валовий збір, млн. т			
		2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017
1	США	35,4	33,6	32,7	35,1	9,9	10,7	10,6	11,0	351,3	361,1	345,5	384,8
2	Китай	36,3	37,07	38,1	36,8	6,0	5,8	5,9	6,0	218,5	215,6	224,6	219,6
3	Бразилія	15,8	15,8	16,0	17,6	5,1	5,4	4,2	5,6	80,0	85,0	67,0	98,5
4	ЄС	9,7	9,5	9,3	8,6	6,7	8,0	6,4	7,2	64,9	75,7	58,7	61,5
5	Аргентина	3,4	3,2	3,7	4,9	7,7	8,3	8,0	8,4	26,0	29,8	29,5	41,0
6	Україна	4,8	4,6	4,1	4,2	6,4	6,2	5,7	6,6	30,9	28,5	23,3	28,0
7	Мексика	7,1	7,33	7,2	7,5	3,2	3,5	3,6	3,7	22,9	25,5	25,6	27,6
8	Індія	9,1	9,3	8,8	9,6	2,7	2,6	2,6	2,7	24,3	24,2	22,6	26,3
	Світ	181,2	178,6	181,0	185,7	5,5	5,7	5,4	5,8	996,2	1023	973,5	1076

2016/2017 – попередні дані

Джерело: USDA

Зростання врожайності кукурудзи у США за останні 150 років



Джерело: USDA, обробка даних AGPM, Arvalis

<http://agriculture.by/articles/rastenievodstvo/urozhajnost-kukuruzy-budet-rasti.-pochemu>

Виробництво кукурудзи на зерно по областях

	Валовий збір, тис.т			Зібрана площа, тис.га			Врожайність, ц/га		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Вінницька	2702,7	1476,9	2574,3	327,1	299,8	303,9	82,6	49,3	84,7
Волинська	184,9	119,8	149,1	23,9	19,1	21,2	77,5	62,8	70,1
Дніпропетровська	929,1	1115,8	1197,6	348,1	296,6	339,2	26,7	37,6	35,3
Донецька	366,7	203,6	195,2	101,1	65,1	65,9	36,3	31,3	29,6
Житомирська	1292,9	701,1	1171,1	178,9	144,2	144,2	72,3	48,6	81,1
Закарпатська	196,4	193,9	281,7	42,9	45,7	51,5	45,8	42,4	54,7
Запорізька	130,7	137,8	148,6	47,0	39,9	50,9	27,8	34,5	29,2
Івано-Франківська	355,8	221,3	310,1	49,8	38,6	44,5	71,5	57,3	69,6
Київська	2053,3	1466,8	1835,3	259,1	237,1	247,9	79,2	61,9	74,1
Кіровоградська	1834,4	1702,8	2071,3	367,3	324,1	364,6	49,9	52,5	56,8
Луганська	316,3	206,4	306,5	89,3	77,9	84,3	35,4	26,5	36,3
Львівська	434,1	244,1	277,0	62,2	39,7	39,4	69,7	61,5	70,1
Миколаївська	499,2	428,4	474,5	133,9	134,1	121,5	37,3	32,0	39,0
Одеська	546,0	457,0	609,6	162,1	161,3	159,9	33,7	28,3	38,1
Полтавська	3380,1	3636,1	4208,7	581,8	498,3	543,8	58,1	73,0	77,4
Рівненська	506,3	365,9	520,9	61,3	48,9	64,4	82,6	74,8	80,8
Сумська	2672,7	2336,7	2616,5	325,5	305,0	314,4	82,1	76,6	83,2
Тернопільська	1188,1	752,9	818,4	153,4	118,5	110,8	77,5	63,5	73,8
Харківська	1606,8	1427,9	1564,1	301,0	264,1	276,5	53,4	54,1	56,6
Херсонська	224,5	200,2	262,3	43,3	35,2	40,4	51,8	57,0	65,0
Хмельницька	1727,4	1120,6	1151,8	209,6	186,1	153,5	82,4	60,2	75,1
Черкаська	2286,8	2106,2	2495,6	325,8	296,4	330,5	70,2	71,1	75,5
Чернівецька	399,7	244,4	254,2	63,0	51,2	52,5	63,4	47,7	48,4
Чернігівська	2661,9	2461,0	2580,2	369,5	356,6	326,5	72,0	69,0	79,0
Україна	28496,8	23327,6	28074,6	4626,9	4083,5	4252,2	61,6	57,1	66,0

Джерело: Державна служба статистики України

Прибуток від вирощування кукурудзи на зерно з гектара по регіонах у 2015 р.



Позначення

89,5 - прибуток до оподаткування, Євро/га

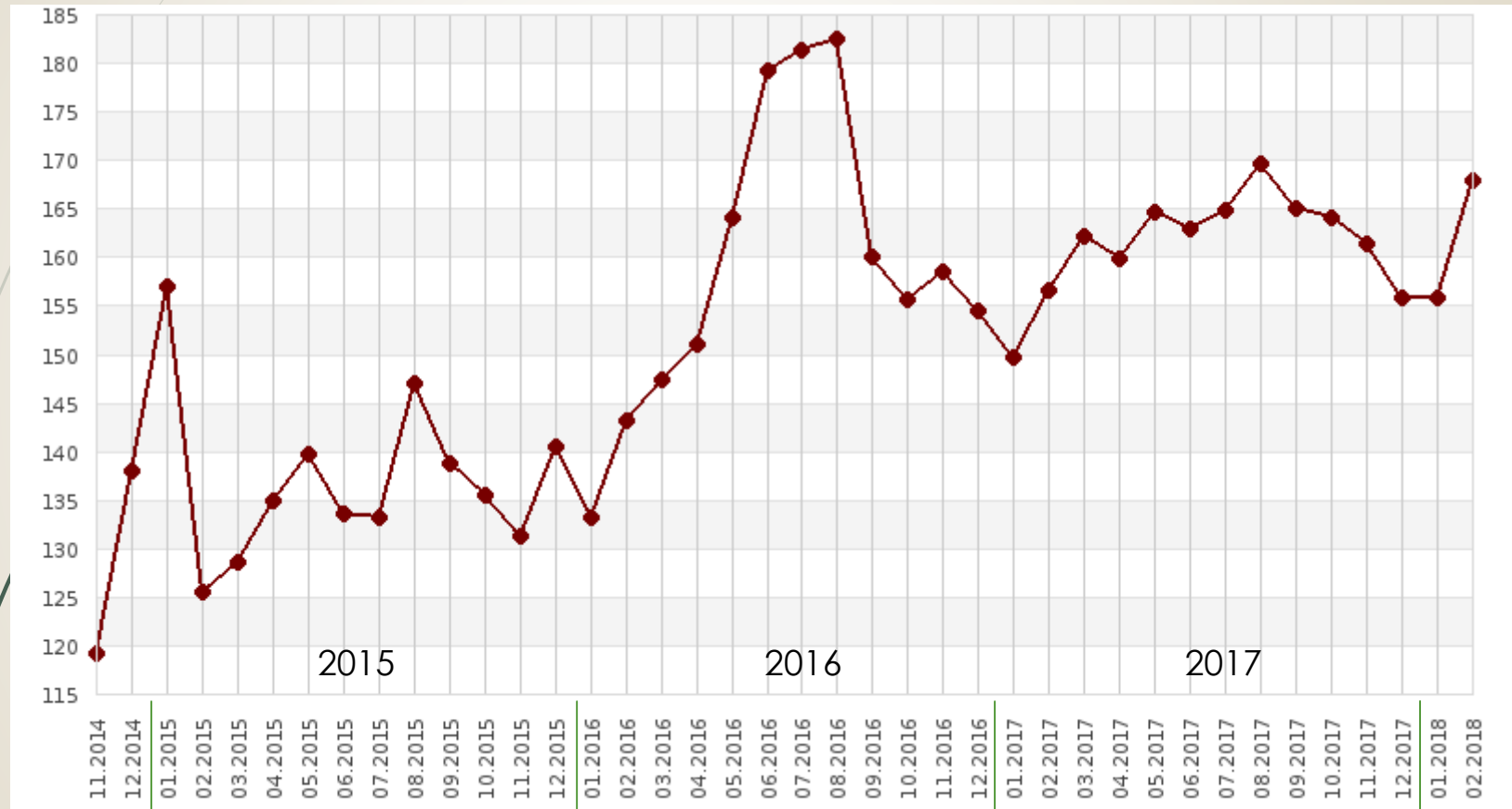
Всього зібрали 23327,6 тис. т
Середня урожайність 57,1 ц/га
Середній по Україні прибуток до оподаткування з 1 га 235,8 євро/га



Примітка: Розраховано за даними Державної служби статистики України

Динаміка зміни закупівельної ціни на зерно кукурудзи

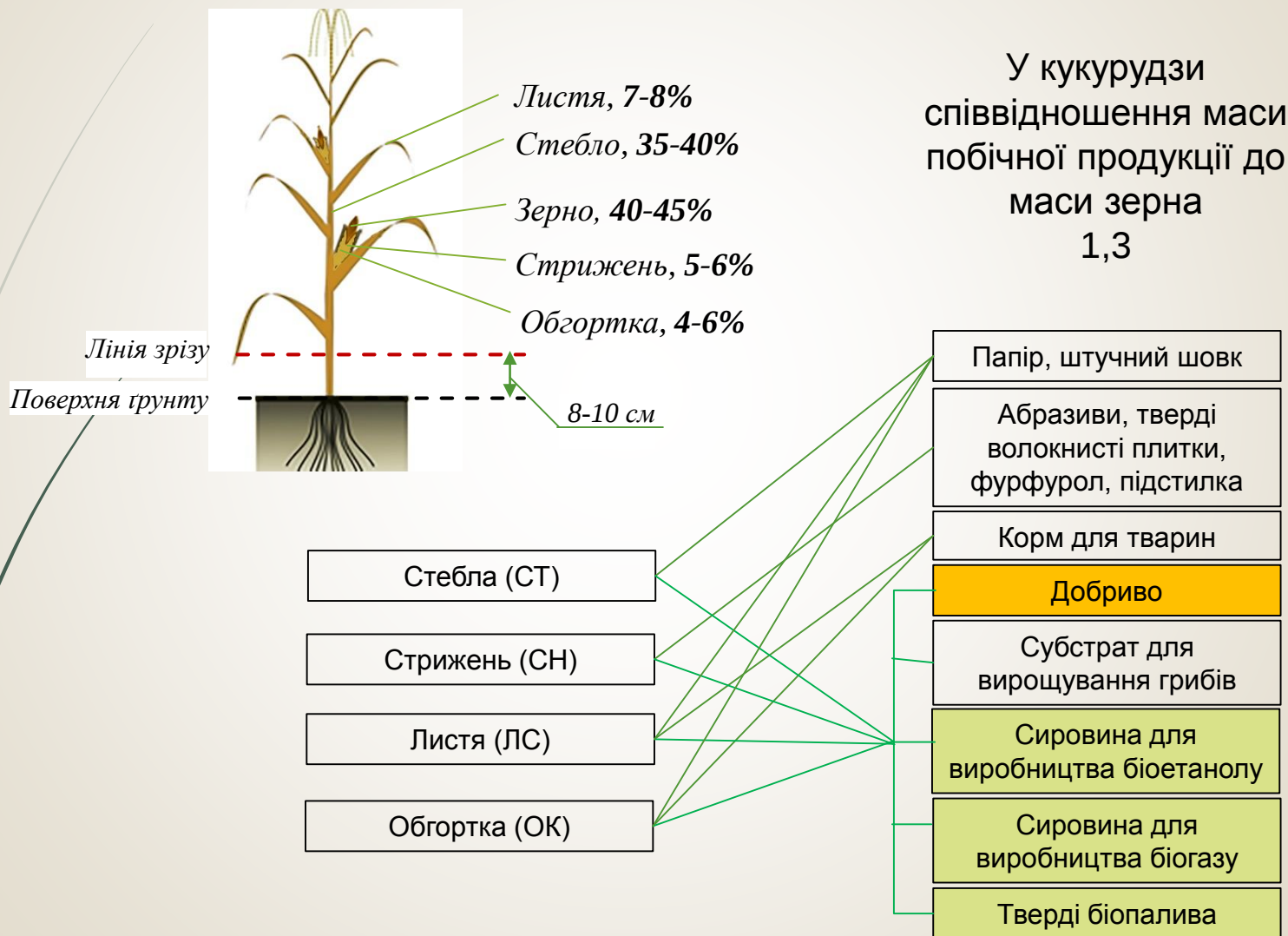
USD/т



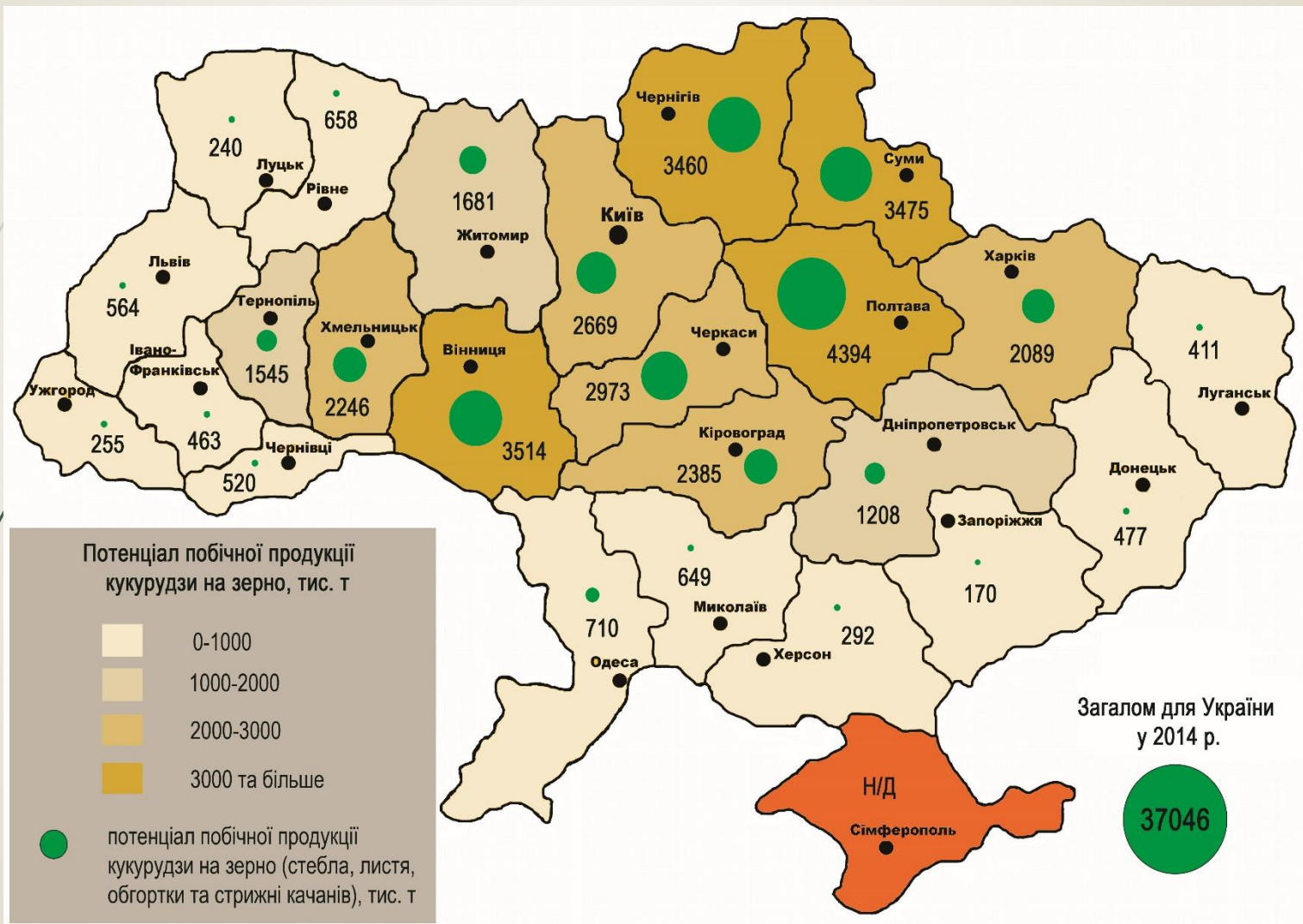
Джерело: <http://www.apk-inform.com/ru/prices>

Закупівельна ціна зерна кукурудзи з вологістю до 15% з 26.02 по 2.03 на елеваторах ТОВ СП «НІБУЛОН» складає від 4550 до 5420 грн./т (від 168,5 до 200,7 дол. США/т).

Використання побічної продукції кукурудзи на зерно



Потенціал побічної продукції кукурудзи на зерно в Україні (2014 р.)



Хімічний склад та характеристики різних видів біомаси

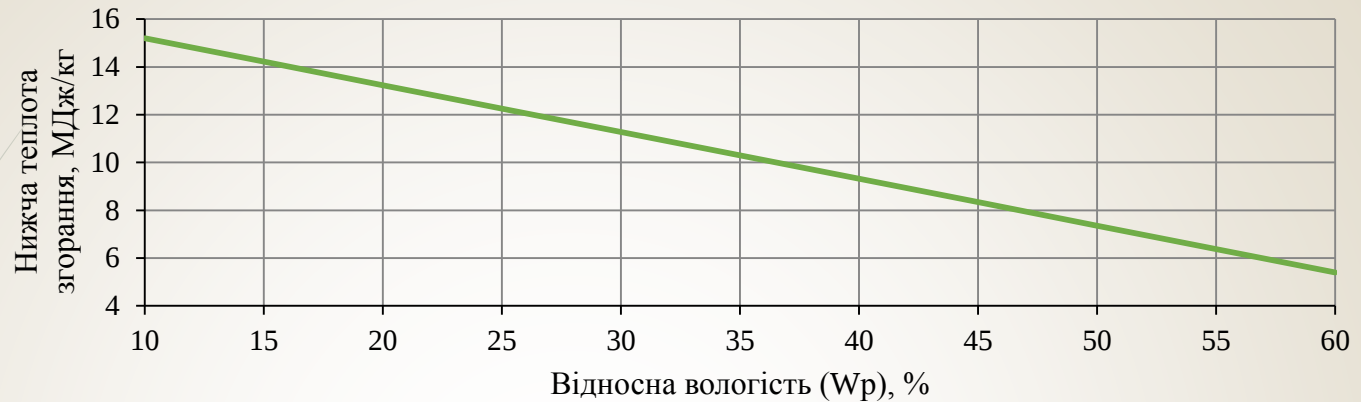
Показники	Свіжа солома («жовта»)	Лежала солома («сіра»)	Солома озимої пшениці	Стебла кукурудзи*	Стебла соняшника*	Деревна тріска
Вологість, %	10-20	10-20	11,2	45-60 (після збирання) 15-18 (висушені на повітрі)	60-70% (після збирання) ~20 (висушені на повітрі)	40
Нижча теплота згорання, МДж/кг	14,4	15	14,96	16,7 (с.р.) 5-8 (W 45-60%) 15-17 (W 15-18%)	16 (W<16%)	10,4
Вміст летючих речовин, %	>70	>70	80,2	67	73	>70
Зольність, %	4	3	6,59	6-9	10-12	0,6-1,5
Елементарний склад, %:						
вуглець	42	43	45,64	45,5	44,1	50
водень	5	5,2	5,97	5,5	5,0	6
кисень	37	38	41,36	41,5	39,4	43
хлор	0,75	0,2	0,392	0,2	0,7-0,8	0,02
калій (лужний метал)	1,18	0,22	–	стрижні: 6,1 мг/кг с.р.	5,0	0,13-0,35
азот	0,35	0,41	0,37	0,69	0,7	0,3
сірка	0,16	0,13	0,08	0,04	0,1	0,05
Температура плавлення золи, °C	800-1000	950-1100	1150	1050-1200	800-1270	1000-1400

Примітка:

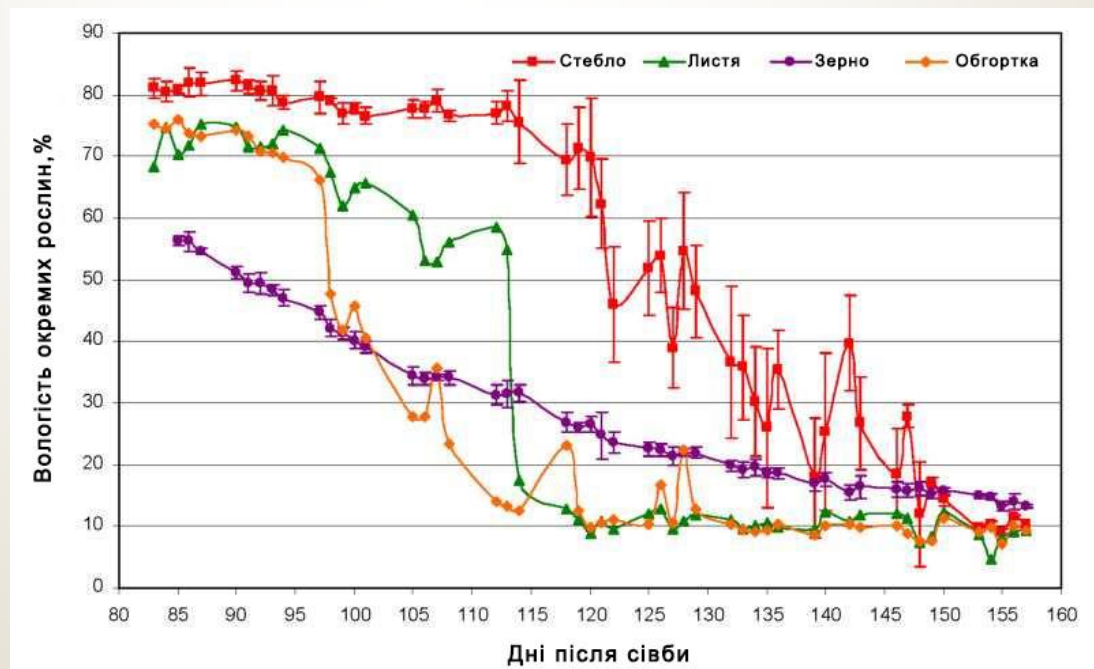
с.р. – суха речовина; W – вологість.

* Дані по вмісту летючих речовин, зольності, елементарному складу – % маси с.р.

Графік залежності нижчої теплоти згорання від відносної вологості кукурудзяної соломи



Розподілення вологи у надземній частині стоячої рослини кукурудзи



Джерело:
С. Igathinathane,
2004.

Виробнича програма заводу з виробництва біоетанолу з лігноцелюлозної сировини DuPont



Відповідно до заготівельної програми, DuPont заключає контракти з місцевими фермерами на збір, зберігання та постачання соломи кукурудзи на завод з виробництва біоетанолу на таких умовах:

- Розташування у радіусі 48 км від м. Невада, штат Айова;
- Кукурудза повинна вирощуватися за системою обробітку ґрунту No-till або консервуючою;
- Урожайність не менше 12,2 т/га;
- Відносно рівні поля (нахил поверхні не більше 4%).

Приклад енергетичного використання побічної продукції кукурудзи на зерно



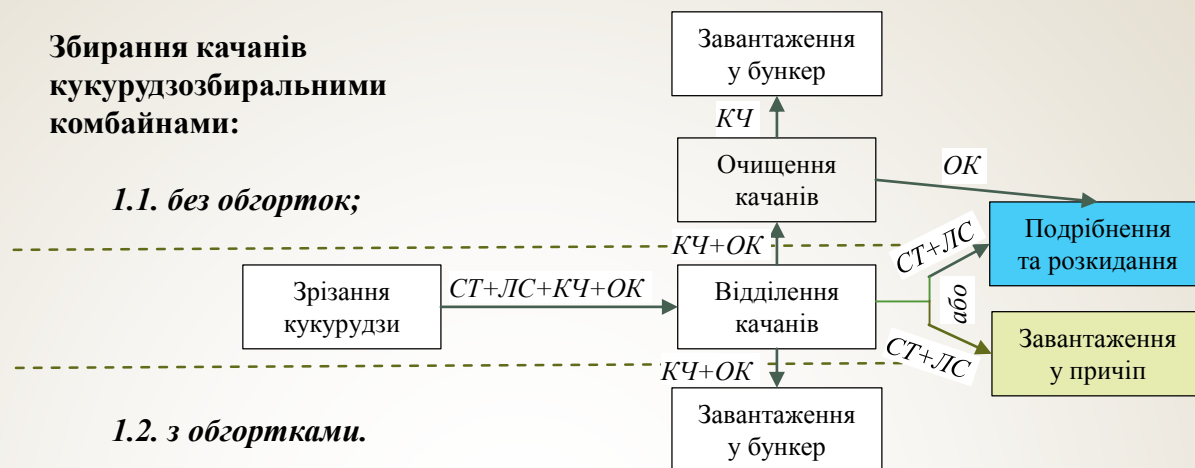
Компанія NUFRI (Mollerussa)
Щорічно переробляє 600 тис. т фруктів
Виробляє 170 тис. т консервацій
Встановлена потужність ВДЕ понад 50 МВт, з
яких на біомасі $1 \text{ ТЕЦ} = 10 \text{ МВт}_T + 2 \text{ МВт}_e$ та
1 котельня = 10 МВт



Технології збирання кукурудзи на зерно

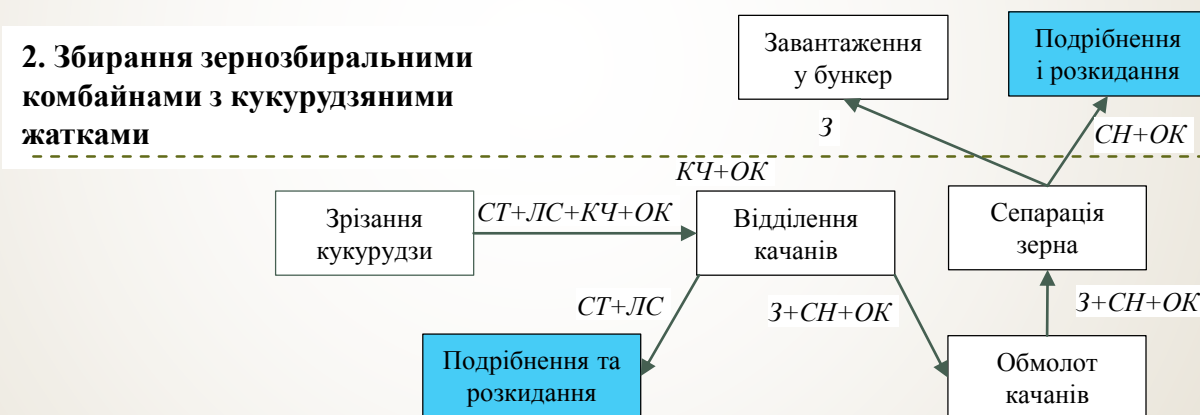
1. Збирання качанів кукурудзозбиральними комбайнами:

1.1. без обгортки;

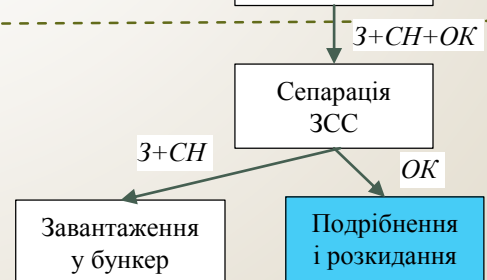


1.2. з обгортками.

2. Збирання зернозбиральними комбайнами з кукурудзяними жатками



3. Збирання комбайнами ЗСС



КЧ – качани; *З* – зерно; *СН* – стрижень;
ОК – обгортка качана; *СТ* – стебла;
ЛС – листя

Класифікація технологій заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно після зернозбирального комбайна



Стерня = $0,1 * M_{\text{зерна}}$

СТ + ЛС = $0,96 * M_{\text{зерна}}$
за жаткою

ОК + СН = $0,24 * M_{\text{зерна}}$
за комбайном

№ П/П	Найменування технології заготівлі	Види зібраної біомаси	Збирання / транспорт. локальний склад*	Вантажні операції*	Транспорту-вання на центральний склад*
1	Однопрохідна система: комбайн з прес-підбирачем	ОК+СН	Трактор з самозавантажувальним причепом (автомобіль-підбирач або навантажувачі) + трактор з причепом (автомобіль)	Навантажувач телескопічний (навантажувач фронтальний або трактор з фронтальним навантажувачем)	Вантажний автомобіль з причепом-платформною (автомобіль-тягач з напівпричепом-платформною)
2	Комбайн з жаткою, що формує валок + трактор з прес-підбирачем	ОК+СН + СТ+ЛС			
3	Комбайн + трактор з мульчувачем з валкоутворювачем + трактор з прес-підбирачем	ОК+СН + СТ+ЛС+Стерня			
4	Комбайн + трактор з мульчувачем + трактор з граблями + трактор з прес-підбирачем	ОК+СН + СТ+ЛС+Стерня			
5	Комбайн з підбирачем обгортки та стрижнів качанів	ОК+СН	Трактор з причепом	Навантажувач	Вантажний автомобіль з причепом

Перелік техніки для заготівлі побічної продукції кукурудзи у тюках

1. Однопрохідна система: комбайн з прес-підбирачем



2. Комбайн з жаткою, що формує валок + трактор з прес-підбирачем



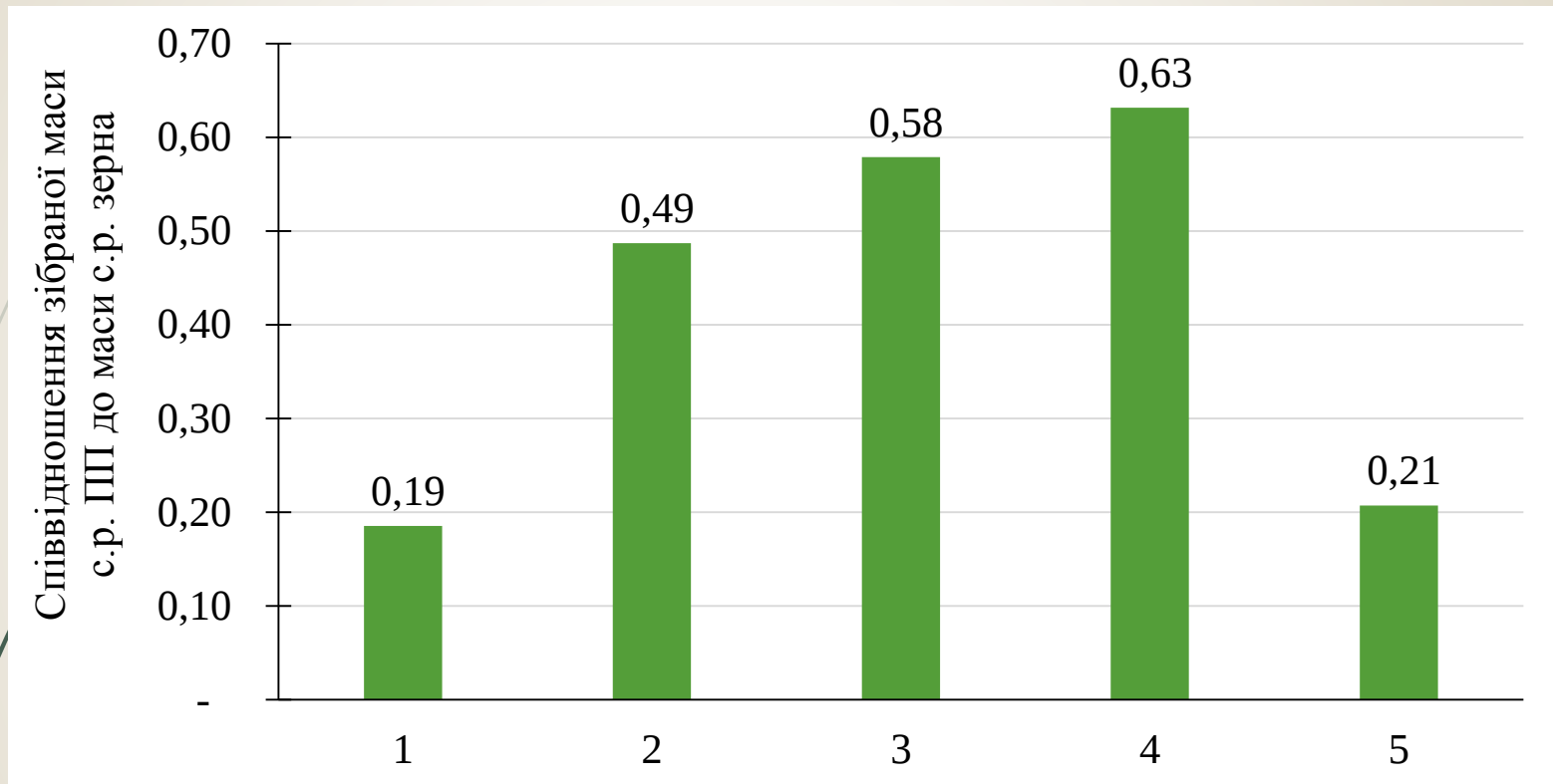
3. Комбайн + трактор з мульчувачем з валкоутворювачем + трактор з прес-підбирачем



4. Комбайн + трактор з мульчувачем + трактор з граблями + трактор з прес-підбирачем

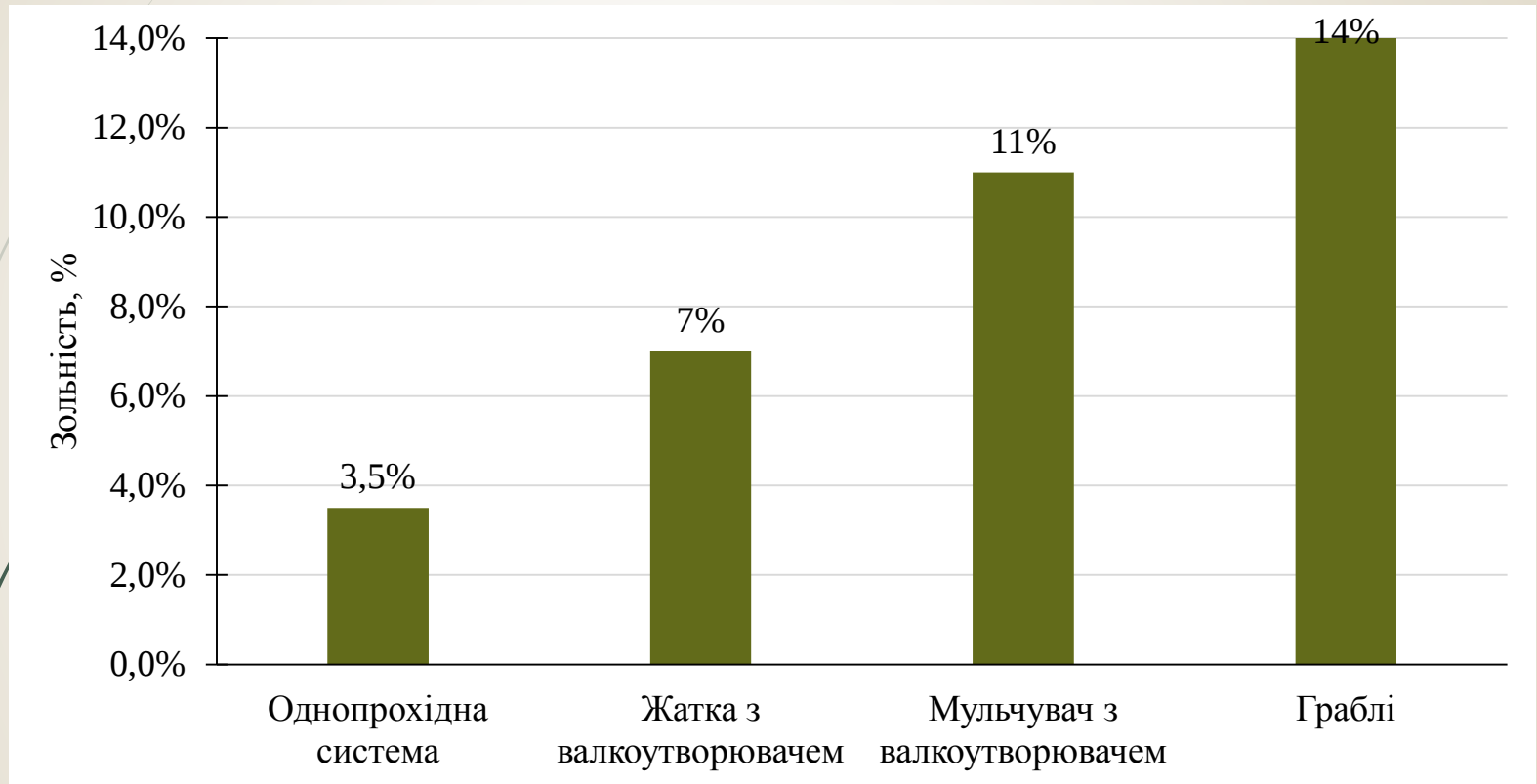


Орієнтовне співвідношення зібраної маси с.р. побічної продукції до маси с.р. зерна кукурудзи залежно від технології заготівлі



1 – однопрохідна система комбайн з прес-підбирачем; 2 – комбайн з жаткою, що формує валок + трактор з прес-підбирачем; 3 – комбайн + трактор з мульчувачем з валкоутворювачем + трактор з прес-підбирачем; 4 – комбайн + трактор з мульчувачем + трактор з граблями + трактор з прес-підбирачем; 5 – комбайн з підбирачем качанів

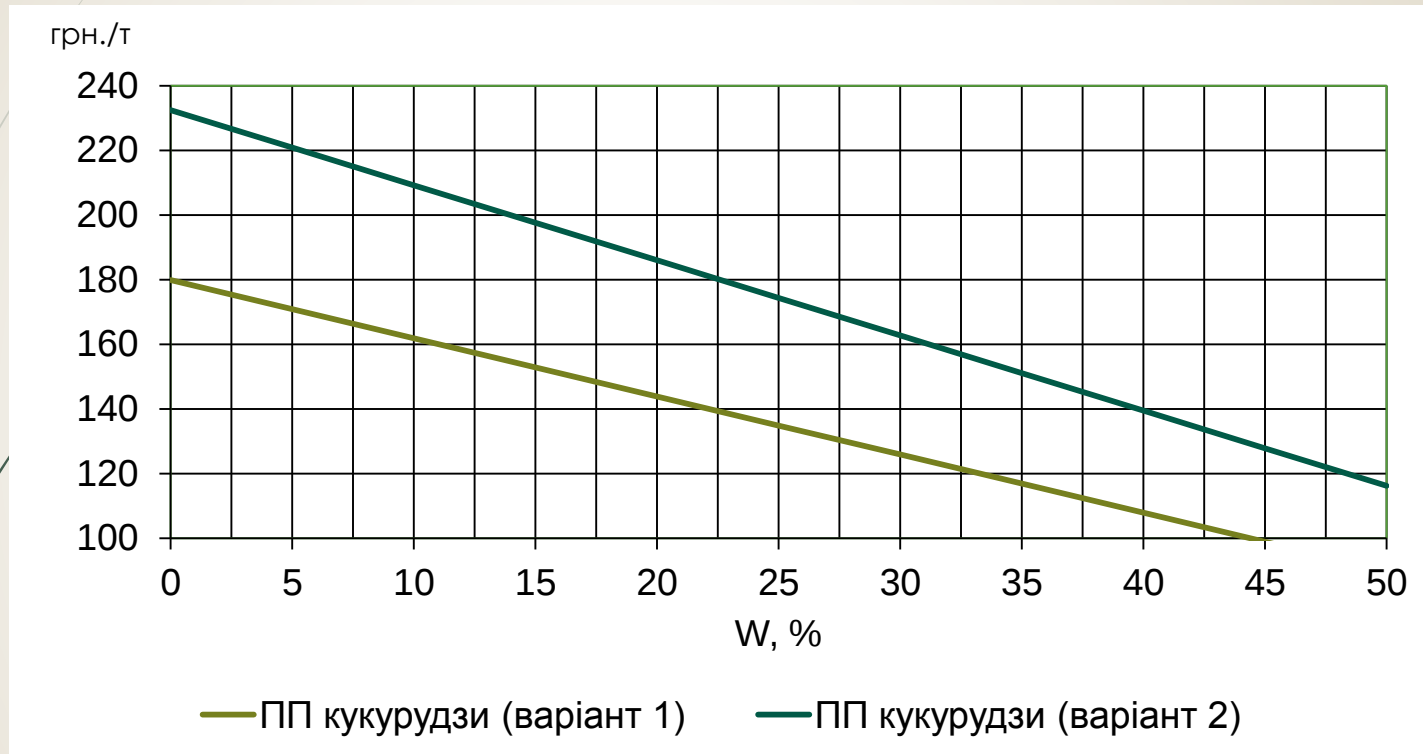
Типова зольність соломи кукурудзи залежно від технології заготівлі



Джерело: M.J. Darr, 2013



Графік залежності вартості побічної продукції кукурудзи на зерно від її вологості



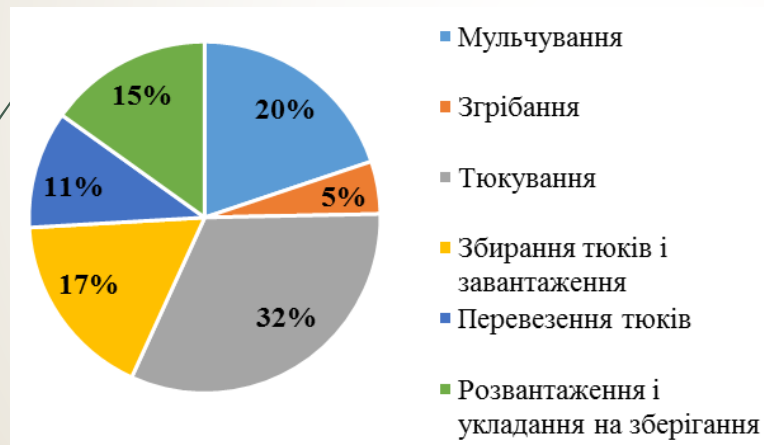
Варіант 1. Використання простих мінеральних добрив

Варіант 2. Використання комплексних мінеральних добрив

Структура витрат на заготівлю побічної продукції кукурудзи на зерно та транспортування на склад за технологічними операціями

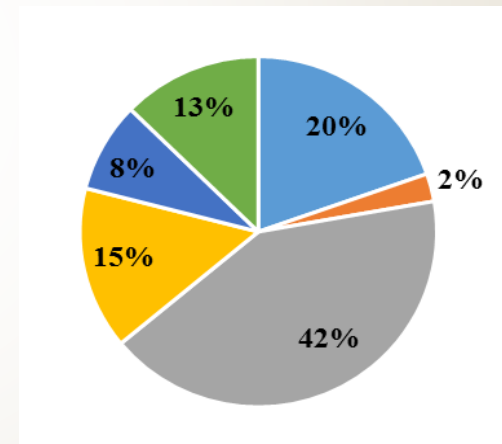
1 варіант мульчування здійснювалося MTЗ-83 з RZ-1,5, згрібання – MTЗ-83 з ПЗК-5, тюкування – MTЗ-82 з Claas Rollant 66 (рулони 400 кг)

2 варіант мульчування – Krone BIG M з Perfect, згрібання – McCormick CX 90 XL з ПЗК-5, тюкування – Atles 936 RZ з Claas Quadrant 2200 RC (прямокутні тюки 500 кг)



Всього: 472 грн./т

Варіант 1

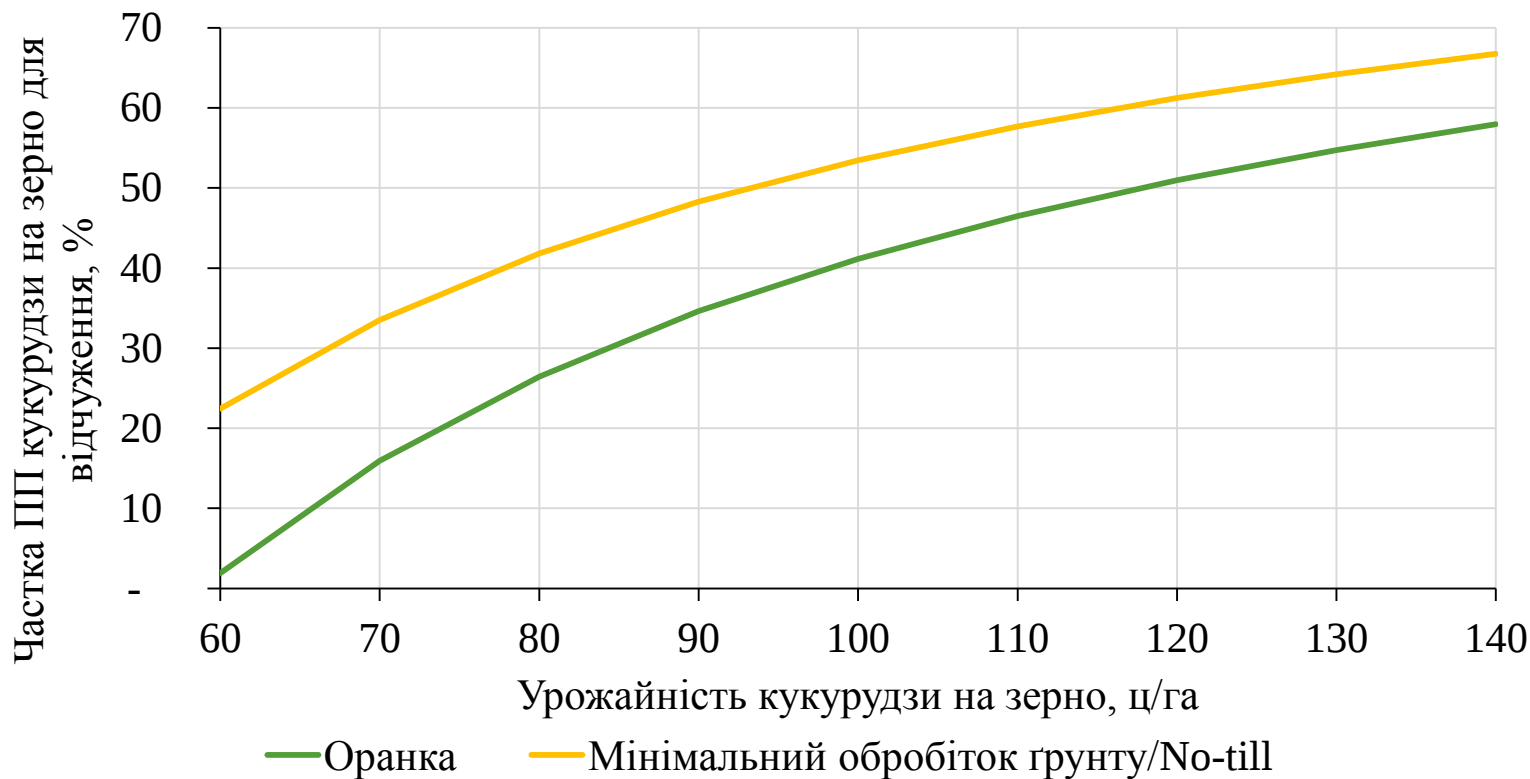


Всього: 445 грн./т

Варіант 2

Залежність частки відчуження побічної продукції кукурудзи від урожайності зерна у с/г підприємстві Київської області

(при використанні як органічних добрив тільки рослинних решток)



Фактичний баланс гумусу без внесення нетоварної частини врожаю становить **-1,22 т/га**. Для того, щоб забезпечити бездефіцитний баланс гумусу, необхідно залишити і використати як органічні добрива 6,1 т/га побічної продукції кукурудзи на зерно, яка утворюється при урожайності основної продукції 47 ц/га.

Порядок визначення обсягів побічної продукції кукурудзи на зерно для відчуження

Умова	Обмеження	
	Мінімальне	Максимальне
Агрокліматична зона	Лісостеп, Полісся	Степ
Сівозміна	повторна кукурудза	після соняшника і цукрових буряків
Врожайність основної продукції	більше 80 ц/га	менше 80 ц/га
Волога	ступінь вологозабезпечення в кореневмісному шарі ґрунту більше 60%	менше 30 мм опадів у місяць
Ерозія	нахил поверхні поля до 4°, наявність захисних лісосмуг	нахил поверхні поля понад 4°
Технологія обробітку ґрунту	No-till, мінімальна	оранка
Добрива	органічні та мінеральні	тільки мінеральні
Баланс гумусу	позитивний	негативний
Погодні умови під час збирання кукурудзи на зерно	суха погода	сильні опади

Висновки

1. Виробництво кукурудзи на зерно у світі за валовим збором (**1076 млн. т у 2016/2017 МР**) займає лідируючу позицію серед інших сільськогосподарських культур. Врожайність кукурудзи постійно зростає за рахунок використання новітніх досягнень аграрної науки (наприклад, у США з 2000 р. – **на 2% щорічно**) і становила наразі 109,6 ц/га у 2016/2017 МР. В Україні середня врожайність складала 66,0 ц/га у 2016 р., але вона має значний потенціал для підвищення. При цьому треба зазначити, що деякі вітчизняні господарства за рахунок використання сучасних гібридів та високої агротехнології вже отримують урожаї на рівні провідних країн.

2. Крім основної продукції – зерна, кукурудза формує значні обсяги побічної продукції, яка є цінною сировинною для виробництва різних видів продукції, зокрема біопалив. **Відношення маси ПП до зерна становить 1,3.** За даними 2014 р., маса побічної продукції кукурудзи на зерно в Україні складала **37 млн. т.** Враховуючи, що для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу необхідно залишити і використати як органічні добрива **6,1 т/га** ПП кукурудзи на зерно, що утворюється при врожайності зерна кукурудзи **47 ц/га, 24%** побічної продукції могло бути відчужено на енергетичні потреби у 2014 р. Це складає **8,9 млн. т біомаси**, що може замінити **3,45 млрд.м³** природного газу.



3. При визначенні обсягів заготівлі ПП кукурудзи на зерно в умовах України необхідно враховувати баланс гумусу і поживних елементів, уникати таких наслідків, як ерозія та погіршення характеристик ґрунту.

4. Останніми роками, внаслідок значного підвищення цін на енергоресурси, аграрії почали відпрацьовувати технології заготівлі ПП кукурудзи на зерно, що базуються на застосуванні сучасного обладнання, зокрема високопродуктивних прес-підбирачів. Можна очікувати, що обсяги використання ПП кукурудзи на зерно у енергетичному секторі будуть розширюватися, враховуючи, що вона має кращі паливні характеристики, ніж солома зернових колосових культур. Зокрема ***за показниками плавкості золи, кукурудзяна солома наближається до деревної біомаси.***

5. Заготовляти ПП кукурудзи на зерно для енергетичного використання необхідно у період, коли вологість біомаси зменшиться до 20%. Необхідно координувати плани виконання робіт збиральної компанії із прогнозом погоди. Важливими чинниками для забезпечення належної якості біомаси є правильно підібрані технологія та обладнання.



**МОЖЛИВОСТІ ЗАГОТІВЛІ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ
КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО
ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ**

Аналітична записка БАУ №16

Драгнєв С.В., Железна Т.А., Гелетуха Г.Г.

6 квітня 2016 р.

Публікація на www.uabio.org: 06.04.2016
Публікація доступна на: www.uabio.org/activity/uabio-analytics
Для відгуків та коментарів: geletukha@uabio.org

© Біоенергетична асоціація України, 2016
копіювання та публікація матеріалів асоціації без посилання на періоджерело заборонена

Дякую за увагу!

Драгнєв С.В.

тел./факс: 044 332 9140
E-mail: dragnev@biomass.kiev.ua
www.biomass.kiev.ua

<http://uabio.org/activity/uabio-analytics/2996-uabio-position-paper-16>