

УДК 636.085.52

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВМЕСТНЫХ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ И СОРГО

С. Е. ДРОЗДОВ, С. Ф. ХАЛИН, О. В. ДРОЗДОВА

*Институт животноводства НААН Украины,  
г. Харьков, Украина, 61026*

*(Поступила в редакцию 31.01.2018)*

*Эффективность развития кормопроизводства в экономически развитых странах определяется соблюдением ряда важных условий, интенсификации производства кормов путем достижения максимального выхода питательных веществ, в частности обменной энергии с 1 гектара посевной площади, внедрения прогрессивных технологий заготовки кормов, систем машин и научной организации производства с целью снижения расходов средств и энергоресурсов, охраны окружающей среды, поиска резервов снижения технологических расходов. Одним из путей реализации вышеупомянутой проблемы является совершенствование ассортимента кормовых культур и средств производства из них кормов. В обеспечении устойчивого развития кормопроизводства важная роль может принадлежать как новым кормовым культурам, так и новым сортам и гибридам, уже широко распространенным. Поэтому одним из путей решения этой проблемы является оптимизация ресурсного потенциала кормовых культур, лучших их сортов и гибридов, на основе проведения энергетической оценки их выращивания в условиях ограниченного материально-технического обеспечения сельскохозяйственного производства.*

*В статье приводятся данные о проведенной сравнительной энергетической оценки выращивания смешанных посевов кукурузы и сорго с целью увеличения объемов производства высококачественных кормов. Установлено, что использование совместного посева кукурузы и сорго способствовало увеличению значения энергетического коэффициента в сравнении с посевами кукурузы. При этом только использование гибридов кукурузы с FAO от 270 до 340 позволяет получить больший коэффициент энергетической эффективности, в сравнении с одновидовыми посевами кукурузы.*

**Ключевые слова:** *сорго, кукуруза, смешанные посева, энергетическая оценка, эффективность.*

*The efficiency of development of feed production in economically developed countries is determined by the observance of a number of important conditions, the intensification of feed production by achieving the maximum yield of nutrients, in particular exchange energy from 1 hectare of planted area, the introduction of advanced technologies for fodder harvesting, machine systems and scientific production organization in order to reduce the cost of funds and energy resources, environmental protection, the search for reserves to reduce technological costs. One way to implement the abovementioned problem is to improve the range of forage crops and means of production of their feed. In ensuring sustainable development of fodder production, an important role can belong to both new fodder crops and new varieties and hybrids, which are already widespread. Therefore, one of the ways to solve this problem is to optimize the resource potential of fodder crops, their best varieties and hybrids, based on an energy assessment of their cultivation in conditions of limited material and technical support for agricultural production. The article provides data on the comparative energy assessment of growing mixed crops of maize and sorghum in order to increase the production of high-quality feed. It was established that the use of combined sowing of maize and sorghum promoted an increase in the energy coefficient value in comparison with corn sowings. In this case, only the use of maize hybrids with FAO from 270 to 340 allows us to obtain a greater coefficient of energy efficiency, in comparison with single-species corn crops.*

**Key words:** *sorghum, maize, mixed crops, energy estimation, efficiency.*

### Введение

Необходимость рационального использования пашни (максимальный выход питательных веществ), использование энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий (максимальный выход валовой энергии и минимальные её затраты на единицу продукции), а также повышения усвояемости энергии корма, которые являются основными параметрами, связывающими кормопроизводство с кормлением сельскохозяйственных животных, отмечается многими учёными (А. А. Жученко, А. С. Шпаков, В. Т. Воловик) [1].

Интенсификация сельскохозяйственного производства сопровождается резким увеличением использования не только прямых, но и вторичных затрат энергии, в том числе вложенных в такие энергоёмкие компоненты, как сельскохозяйственные машины, удобрения, пестициды, гербициды и тому подобное. Если раньше количество «пищевой энергии», которое накапливали культуры, на единицу потраченной энергии составляла 20, то при интенсивном производстве полевых культур – только 2, а в животноводстве – 0,2.

В связи с этим энергетический эквивалент все более становится действительным эталоном производства, заменяя денежный, который в значительной мере может быть зависимым от

политических и других социальных обстоятельств. При этой оценке не затрагиваются такие известные зоотехнические критерии ценности кормовых ресурсов, как их себестоимость и выход продукции животноводства на единицу стоимости использованных кормов, потому что в условиях дисгармонии экономических рычагов, что характерно в условиях экономического кризиса, эти показатели не могут отображать действительную стоимость как продукции (кормов, продукция животноводства), так и новых технологических средств.

При такой оценке все технологические и экономические аспекты производства кормов и их использования в скотоводстве переоцениваются в энергетических, как более объективные. При этом используется биоэнергетическая оценка как та, которая является наиболее объективной и постоянной [2].

Во ВНИИ им. Вильямса в данный момент проводятся исследования в направлении разработки стратегии адаптивной интенсификации полевого кормопроизводства в разных почвенно-климатических зонах на основе оптимизации параметров качества разных видов кормов, современных тенденций его развития [3].

Цель работы – провести сравнительную оценку энергетической оценки выращивания кукурузы и сорго с целью увеличения объёмов производства высококачественных кормов в условиях Лесостепи Украины.

### **Основная часть**

В соответствии с методикой проведения опытов в кормопроизводстве в условиях ДПДГ «Кутузовка» Харьковского района Харьковской обл., был заложен полевой опыт для изучения продуктивности гибридов кукурузы разных групп спелости (12 гибридов с FAO от 190 до 390) и их совместных посевов с сахарным сорго. В условиях Европы разница в FAO на 10 единиц соответствует 1–2 дня разницы в сроках достижения спелости [5].

Норма высева кукурузы 80 тыс/га, гибридов сорго 190 тыс/га. Была проведена обработка гербицидом Primextra Gold Tz. Все затраты на выращивание регламентировались технологическими картами производственных процессов [3, 4]. Повторность в опыте трехкратная. Площадь учетной делянки 50 м<sup>2</sup>. Агротехника выращивания рекомендованная для зоны Лесостепи Украины [5, 6]. Скашивание зелёной массы и определение её урожайности проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна кукурузы. Сбор с 1 га сухого вещества сырого протеина и доступной для обмена энергии (ДОЭ) определяли с учётом результатов химического анализа кормов, который проводили в лаборатории качества кормов и продукции животного происхождения ИЖ НААН [7–11]. Определение питательной ценности кормов проводили в соответствии с методикой определения доступной для обмена энергии корма по его химическому составу, которая наиболее доступна, так как не требует проведения прямых опытов на животных, по следующей формуле [12].

Содержание валовой энергии (ВЭ) в МДж/кг сухого вещества определяли по формуле:

$$ВЭ = 0,0238 \cdot СП + 0,0389 \cdot СЖ + 0,02 \cdot СК + 0,0175 \cdot БЭВ,$$

где СП – содержание в сухом веществе корма сырого протеина, %; СЖ – содержание в сухом веществе корма сырого жира, %; СК – содержание в сухом веществе корма сырой клетчатки, %; БЭВ – содержание в сухом веществе корма безазотистых экстрактивных веществ. Содержание доступной для обмена энергии (ДОЭ) в МДж/кг сухого вещества рассчитывали по формуле:

$$ДОЭ = 0,73 \cdot ВЭ(1 - 0,00105 \cdot СК),$$

где СК – содержание в сухом веществе корма сырой клетчатки, %; ВЭ – содержание валовой энергии в сухом веществе, %; 0,73 – постоянный коэффициент.

Результат рассчитывали с точностью до третьего, а округляли до второго знака после запятой. Анализ погодных условий, данные о которых представлены на рис. 1 и 2, свидетельствует о том, что среднемесячная температура в период с июня по август была на 1,2–2,8 °С выше нормы и является характерной для этого периода в последние годы. При этом количество осадков было несколько выше нормы. Прежде чем приступить непосредственно к энергетической оценке использования совместных посевов кукурузы и

сорго, рассмотрим основные показатели продуктивности этих культур, данные о которых приведены в табл. 1.

Рис. 1. Динамика среднесуточных температур в 2017 году

Рис. 2. Динамика количества осадков в 2016 году

Таблица 1. Урожайность и сбор питательных веществ одновидовых и совместных с сорго посевов кукурузы

Варианты	Зеленой массы, ц/га	Сухого вещества, ц/га	ДОО, ГДж/га	Сырого протеина, ц/га
кукуруза				
FAO 190	318,4	111,9	118,0	8,78
FAO 210	317,5	111,9	120,9	8,86
FAO 220	308,9	102,2	108,1	8,49
FAO 220	345,2	113,8	124,7	10,34
FAO 230	323,6	109,2	119,7	10,89
FAO 230	379,1	116,9	128,4	11,12
FAO 240	373,9	114,3	124,4	10,09
FAO 240	344,5	112,4	123,2	9,24
FAO 270	438,6	130,5	138,2	13,23
FAO 300	420,7	120,0	126,6	10,55
FAO 340	455,8	130,4	141,5	9,97
FAO 390	449,9	130,3	134,1	12,87
В среднем	373,0	117,0	125,6	10,37
кукуруза + сорго				
FAO 190 + сорго	536,0	160,4	150,5	12,28
FAO 210 + сорго	572,2	161,8	152,8	10,49
FAO 220 + сорго	589,4	154,9	144,1	9,75
FAO 220 + сорго	573,2	152,4	144,2	12,07
FAO 230 + сорго	568,9	150,6	145,1	10,41
FAO 230 + сорго	640,0	162,9	156,3	13,90
FAO 240 + сорго	640,2	169,4	166,7	14,37
FAO 240 + сорго	632,9	171,3	164,5	14,60

лучшей окупаемости затраченной на их выращивание энергии. Можно сказать (табл. 3), что использование совместного посева кукурузы и сорго способствовало увеличению значения энергетического коэффициента в сравнении с посевами кукурузы. Но в то же время использование совместных посевов кукурузы и сорго не привело к значительному увеличению коэффициента энергетической эффективности, что является следствием меньшей питательности зелёной массы совместных посевов по сравнению с зелёной массой кукурузы.

Таблица 2. Энергетическая оценка выращивания культур

Варианты	Затраты энергии, ГДж/га	Энергоёмкость производства 1ц, МДж			ЭК*	КЭЭ**	Прирост валовой энергии
		зелёной массы	сухого вещества	сырого протеина			
FAO 190	11186,72	35,13	100,00	1274,56	18,65	10,55	197,47
FAO 210	11176,87	35,20	99,93	1261,52	18,56	10,81	196,27
FAO 220	11088,23	35,89	108,54	1305,87	16,89	9,75	176,14
FAO 220	11463,72	33,21	100,75	1109,00	18,47	10,87	200,30
FAO 230	11239,66	34,74	102,96	1032,41	18,01	10,65	191,19
FAO 230	11814,59	31,16	101,08	1062,01	18,35	10,87	205,02
FAO 240	11760,42	31,45	102,86	1165,03	18,16	10,57	201,84
FAO 240	11456,33	33,25	101,91	1239,52	18,16	10,76	196,59
FAO 270	12430,14	28,34	95,22	939,25	19,50	11,12	229,94
FAO 300	12244,24	29,11	102,06	1160,16	18,06	10,34	208,92
FAO 340	12607,42	27,66	96,65	1263,94	19,11	11,22	228,35
FAO 390	12547,10	27,89	96,29	974,99	19,27	10,69	229,28
В среднем	11751,29	31,92	100,69	1149,02	18,43	10,68	205,11
FAO 190 + сорго	14344,90	26,76	89,45	1168,24	20,79	10,49	283,87
FAO 210 + сорго	14719,77	25,72	90,96	1403,79	20,18	10,38	282,38
FAO 220 + сорго	14897,67	25,28	96,18	1527,60	18,93	9,67	267,08
FAO 220 + сорго	14729,62	25,70	96,65	1220,64	18,82	9,79	262,45
FAO 230 + сорго	14685,30	25,81	97,52	1410,60	18,74	9,88	260,55
FAO 230 + сорго	15420,89	24,10	94,64	1109,16	19,47	10,14	284,84
FAO 240 + сорго	15233,35	24,09	91,05	1073,27	20,20	10,81	296,20
FAO 240 + сорго	15347,64	24,25	89,58	1051,13	20,34	10,72	296,78
FAO 270 + сорго	15622,80	23,69	90,04	1012,60	20,61	11,05	306,38
FAO 300 + сорго	15563,09	23,81	91,60	1209,73	19,82	10,80	292,84
FAO 340 + сорго	15740,37	23,46	86,61	1020,87	21,19	11,44	317,73
FAO 390 + сорго	15706,51	23,53	88,45	1181,06	20,48	10,79	305,98
В среднем	15183,49	24,68	91,89	1199,06	19,96	10,50	288,09

\* Энергетический коэффициент \*\* Коэффициент энергетической эффективности.

Таблица 3. Энергетическая оценка выращивания совместных посевов кукурузы и сорго, ± к кукурузе

Варианты	Затраты Энергии, ГДж/га	Энергоёмкость производства 1ц, МДж			ЭК	КЭЭ	Прирост валовой энергии
		зелёной массы	сухого вещества	сырого протеина			
FAO 190 + сорго	3158,18	-8,37	-10,55	-106,32	2,14	-0,06	86,41
FAO 210 + сорго	3542,91	-9,48	-8,96	142,27	1,62	-0,43	86,12
FAO 220 + сорго	3809,44	-10,62	-12,36	221,73	2,04	-0,08	90,93
FAO 220 + сорго	3265,90	-7,51	-4,10	111,64	0,34	-1,09	62,15
FAO 230 + сорго	3445,65	-8,92	-5,43	378,19	0,73	-0,77	69,36
FAO 230 + сорго	3606,31	-7,07	-6,44	47,16	1,12	-0,73	79,83
FAO 240 + сорго	3662,94	-7,36	-11,81	-91,76	2,04	0,24	94,36
FAO 240 + сорго	3891,31	-9,00	-12,33	-188,39	2,18	-0,04	100,19
FAO 270 + сорго	3192,65	-4,65	-5,19	73,35	1,11	-0,07	76,45
FAO 300 + сорго	3318,84	-5,30	-10,46	49,56	1,75	0,46	83,92
FAO 340 + сорго	3132,94	-4,20	-10,04	-243,08	2,07	0,22	89,38
FAO 390 + сорго	3159,41	-4,36	-7,84	206,07	1,21	0,10	76,70

Анализ данных табл. 3 также свидетельствует, что только использование гибридов кукурузы с FAO от 270 до 340 позволяет получить больший коэффициент энергетической эффективности в сравнении с одновидовыми посевами кукурузы. При этом следует отметить тот факт, что эти данные получены в условиях 2016 года, в котором было отмечено выпадение осадков в летний период в количестве, значительно превышающем среднегодовую норму, что является не совсем характерным для этой зоны. Поэтому в дальнейшем планируется проведение аналогичных исследований для получения данных.

### Заключение

Таким образом, исходя из результатов собственных исследований, на основе проведенной комплексной оценки сравнительной энергетической оценки выращивания кукурузы и совместных посевов кукурузы и сорго, можно утверждать, что с целью увеличения производства силоса и эффективного использования энергоресурсов, целесообразно использование сорго в качестве компонента совместных посевов с кукурузой, что, в свою очередь, будет способствовать созданию стабильной кормовой базы для высокопродуктивного животноводства.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шпаков, А. С. Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах / А. С. Шпаков. – М., 2004. – 400 с.
2. Методология и методика энергетической оценки агротехнологий в агро ландшафтах. – М., 2007. – 22 с.
3. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : Сборник научных трудов, выпуск 7 (55) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». — М. : Угрешская типография, 2015. — 240 с
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

5. Технології та нормативи витрат на вирощування кормових та зернофуражних культур / за ред. П. Т. Саблука. – Київ, 2009. – 756 с.
6. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. Харків. ХДТУСГ. 2009. – 173 с.
7. ДСТУ ISO 6496:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин.
8. ДСТУ ISO 5984:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи.
9. ДСТУ ISO 6492:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту жиру.
10. ДСТУ ISO 6655:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту розчинного азоту після оброблення пепсином у розведеній соляній кислоті.
11. ДСТУ ISO 6865:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування.
12. Цюпко, В. В. Методические рекомендации по нормированию энергии в кормлении крупного рогатого скота / В. В. Цюпко, В. В. Пронина, М. В. Берус. – Х., 1989. – 37 с.