

1	2	3	4	5	6	7	8
M600	4	11	2	220	600	1000	-
M900	6	18,5	2	220	900	1000	-
M1	15-20	44	2	220	900	1000	+
M2	30-40	88	4	220	900	1000	+
ПЗ-3А							
ПЗ-3А	3-5	36,5	2	450	600	500	-
ПВЗ-10							
ПВЗ-10	10	22	2	300	700	540	+
КОРМ							
КОРМ-10	10	39,2	2	300	420	1480	-
КОРМ-20	20	47,2	2	300	560	1480	-

Выводы

Технология плющения и консервирования зерна на ранних стадиях спелости позволяет значительно снизить энергозатраты при заготовке зернофуража, получить недорогой высококачественный корм, и сё необходимо более широко применять в хозяйствах республики.

Производительность плющилки, энергоёмкость процесса и качество плющения зависят от типа рабочей поверхности. Для плющения кукурузы, бобовых используют вальцы с маленьким шагом рифлей, зерна злаковых – с большим.

В современных плющилках диаметр вальцов находится в интервале 270...310 мм, окружная скорость – 8...12 м/с.

С увеличением производительности плющилки энергоёмкость процесса плющения уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отраслевой регламент «Заготовка плющеного зерна повышенной влажности». – Минск: Институт аграрной экономики НАН Беларуси, 2004. – С. 1-2.
2. Тяпугин Е.А., Углин В.К., Никитин Л.А., Никифоров В.Е. /Сравнительная оценка технологий подготовки и хранения влажного фуражного зерна// Кормопроизводство, № 7, 2006. – С. 30.
3. Anon. Nutritional value of feed influenced by grain size // Feedstuffs, № 24, 1984. – P. 23-24.
4. Мартынов С.В. /Приготовление кормов для опытов по питанию животных // Сельское хозяйство за рубежом, серия животноводство, № 11, 1964.

УДК 631. 17: 635.21

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.05.2007

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И МИНИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

В. Б. Ловкис, канд. техн. наук (УО БГАТУ); В.Н. Дашков, докт.техн. наук (РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»); В.А. Колос, канд. техн. наук., Ю.Н. Сапьян (Всероссийский институт механизации, г. Москва)

Аннотация

В статье изложен системный метод определения, анализа и минимизации энергоёмкости продукции растениеводства, как совокупности первичных составляющих, обусловленных расходом производственных ресурсов при выполнении механизированных операционных технологий.

Введение

Применяемые в настоящее время стоимостные методы оценки технологий производства сельскохозяйственных культур в ряде случаев неприемлемы, поскольку связаны с показателями, имеющими существенные колебания в связи с политикой ценообразования, и не позволяют определить уровень необходимых затрат энергии на производство продукции. Ни стоимостные, ни натуральные показатели экономической эффективности использования технологий и комплекса технических средств в сельском хозяйстве не дают полного и объективного представления о допустимом (нормативном) и фактическом уровне

ресурсопотребления на выполнение заданных производственных процессов. Такие методы оценки технологии не отражают требований к ним, как с точки зрения эффективности, так и с позиции ресурсосбережения. Поэтому необходим такой подход к оценке механизированных технологий и технологических операций, при котором учитывались бы все энергетические затраты на единицу продукции.

Основная часть

Многолетний опыт практического применения методических рекомендаций по энергооценке технологий и средств механизации растениеводства, кор-

мопроизводства, животноводства, мелиорации, почвоведения и агрохимии, защиты растений [1-7 и др.] позволил выявить недостатки и погрешности расчета энергоемкости продукции, определить порядок ее поэлементного анализа и минимизации, уточнить значения энергосодержания и энергетических эквивалентов производственных ресурсов.

В соответствии со структурой операционных машинных технологий, энергоемкость производства основной продукции растениеводства складывается из первичных составляющих, последовательно агрегируемых на 3-х уровнях: технологическая операция – этап – технология (табл.1). Целевая функция задачи:

$$\mathcal{E} = \sum_{l=1}^m \sum_{i=1}^{p_l} \sum_{j=1}^{n_i} \mathcal{E}_{ji} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{ji} – первичная составляющая энергоемкости i -й операции, МДж/т продукции;

m, p_l, n_i – соответственно число этапов в технологии, операций в l -м этапе, производственных ресурсов в j -го вида в i -й операции.

Первичные составляющие энергоемкости в общем случае находят по формуле [4]:

$$\mathcal{E}_{ji} = g_{ji} (e_j + \alpha_j), \quad (2)$$

где g_{ji} – расход j -го ресурса на i -й операции, физ. ед./т продукции;

e_j и α_j – энергосодержание (учитывается только для энергоресурсов – топлива всех видов, электрической и тепловой энергии) и энергетический эквивалент j -го ресурса, МДж/кг;

Расход производственных ресурсов на тонну основной продукции рассчитывают, используя соответствующие данные технологической карты возделывания, уборки и первичной обработки сельскохозяйственной культуры (объемы работ, число обработок, расстояния грузоперевозок; нормы внесения семян, удобрений и пестицидов; состав и производительность средств механизации; расходы топлива, электроэнергии и средств химизации на единицу выработки, материалоемкость операций, плановая урожайность).

Значения энергосодержания и энергоэквивалентов ресурсов, используемых в технологиях растениеводства, уточненные на основании данных [3–6, 8, 9 и др.], приведены в табл.2.

Таблица 1. Схема расчета энергоемкости продукции растениеводства

Этапы	Операции	Расходы ресурсов, физ. ед./т				Энергоемкость, МДж/т				
		3	4	5	6	Составляющие				Полная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-й	1 ₁	g ₁₁₁	g ₂₁₁	g ₃₁₁	g _{n11}	Э ₁₁₁	Э ₂₁₁	Э ₃₁₁	Э _{n11}	Э ₁₁
	2 ₁	g ₁₂₁	g ₂₂₁	g ₃₂₁	g _{n21}	Э ₁₂₁	Э ₂₂₁	Э ₃₂₁	Э _{n21}	Э ₂₁
	i ₁	g _{1i1}	g _{2i1}	g _{3i1}	g _{ni1}	Э _{1i1}	Э _{2i1}	Э _{3i1}	Э _{ni1}	Э _{i1}
	p ₁	g _{1p1}	g _{2p1}	g _{3p1}	g _{np1}	Э _{1p1}	Э _{2p1}	Э _{3p1}	Э _{np1}	Э _{p1}
	Итого по 1-му этапу	g ₁₁	g ₂₁	g ₃₁	g _{n1}	Э ₁₁	Э ₂₁	Э ₃₁	Э _{n1}	Э ₁
2-й	1 ₂									
	2 ₂									
	i ₂									
	p ₂									
	Итого по 2-му этапу	g ₁₂	g ₂₂	g ₃₂	g _{n2}	Э ₁₂	Э ₂₂	Э ₃₂	Э _{n2}	Э ₂
l-й	1 _l									
	2 _l									
	i _l	g _{1il}	g _{2il}	g _{3il}	g _{nil}	Э _{1il}	Э _{2il}	Э _{3il}	Э _{nil}	Э _{il}
	p _l									
	Итого по l-му этапу	g _{1l}	g _{2l}	g _{3l}	g _{nl}	Э _{1l}	Э _{2l}	Э _{3l}	Э _{nl}	Э _l
m-й	1 _m									
	2 _m									
	i _m									
	p _m									
	Итого по m-му этапу	g _{1m}	g _{2m}	g _{3m}	g _{nm}	Э _{1m}	Э _{2m}	Э _{3m}	Э _{nm}	Э _m
Всего		g ₁	g ₂	g ₃	g _n	Э ₁	Э ₂	Э ₃	Э _n	Э

Таблица.2. Энергетические показатели производственных ресурсов

Наименование, единица измерения	Энерго- содержание	Энерго- эквивалент
	МДж/физ.ед.	
Энергоносители		
Электрическая энергия, кВт·ч	3,6	9,2
Тепловая энергия, Мкал:		
ТЭЦ / автономных котельных	4,2	5,9 / 5,0
Нефть, кг	43,0	2,4
Бензин, кг	43,9	10,5
Дизельное топливо, кг	42,7	10,0
Мазут, кг	40,6	7,6
Сжиженный нефтяной газ (ГСН), кг	46,9	
Компримированный природный газ (КПГ), м ³	35,5	5,4
Сжиженный природный газ (СПГ), кг	51,2	
Смазочные масла, кг	-	36,3
Уголь каменный (Кузбасс), кг	26,3	5,4
Торф кусковой, (влаж. 25%), кг	14,6	3,8
Дрова (влаж. 40% / 25%), кг	10,2 / 13,0	0,7 / 1,1
Солома тюками, рулонами (влаж. 14%), кг	14,8	1,0
Средства механизации		
Тракторы, комбайны и другие самоходные машины, мобильные энергетические средства, автомобили, сельскохозяйственная авиация.		144
Плуги с жесткими стойками, бороны дисковые и зубовые, лущильники, культиваторы, сечки, волокуши, грабли-валкователи и т.п.		83
Плуги оборотные, с гидроредукторами, комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, сеялки и сажалки механические, колатели, подборщики, погрузчики тракторные, стоговозы, прицепы и т.п.		90
Машины для внесения твердых удобрений прицепные, комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты, фрезерные машины, сеялки пневматические, комбайны прицепные, пресс-подборщики, вспушители льна, косилки прицепные, жатки валковые, молотилки и т.п.		99
Машины для внесения жидких удобрений прицепные, опрыскиватели, зерноочистительное и зерносушильное оборудование, сортировальные пункты, оборудование для отжима и фильтрации растительных масел, установки активного вентилирования, гелиоводо- и воздухонагреватели, краны, конвейеры, станки, электропогрузчики, насосные станции, электродвигатели, диагностические стенды и т.п.		112
Машины, использующие ВИЭ (ориентировочно): гелиоводо- и воздухонагреватели, охладители продукции и т.п.; ветроагрегаты, микроГЭС, биогазовые установки и т.п.		90... 100 120... 144
Средства химизации		
Наименование, содержание д.в., %	Энергоэквивалент, МДж/кг	
	д.в.	массы
Азотные удобрения		
Аммиачная селитра, 34,5	80	27,6
Натриевая селитра, 16,0	80	12,8
Кальциевая селитра, 17,0	80	13,6
Карбамид (мочевина), 46,2	80	36,8
Карбамид капсулированный, 45,3	80	36,2
Сульфат аммония, 20,5	80	16,4
КАС, 28,0	80	22,4
Аммиак жидкий, 82,2	80	65,6
Аммиак водный, 20,5	80	16,4
Фосфорные удобрения		
Суперфосфат порошковидный, 18,7	13,8	2,7
Суперфосфат двойной гранулированный, 46,0	13,8	6,3
Термофосфат, 30,0	13,8	4,1
Фосфоритная мука, 19,7	13,8	2,6
Калийные удобрения		
Хлористый калий, 60,0	8,8	5,3

Наименование, содержание д.в., %	Энергоэквивалент, МДж/кг	
	д.в.	массы
Калийная соль, 40,0	8,8	3,5
Сульфат калия, 48,0	8,8	4,2
Сложные удобрения		
Нитрофоска, 36 (N-12, P-12, K-12)	51,5	18,5
Аммофосфат, 54 (N-7, P-47)	51,5	27,8
ЖКУ, 44 (N-10, P-34)	51,5	22,7
Аммофос гранулированный, 62 (N-12, P-50)	51,5	31,9
АФК, 50 (N-10, P-20, K-20)	51,5	25,8
Удобрение для льна, 60 (N-5, P-25, K-30)	51,5	30,9
Кристаллин, 56 (N-20, P-16, K-20)	51,5	28,8
Азофоска, 48 (N-16, P-16, K-16)	51,5	24,7
Нитроаммофосфат, 46 (N-23, P-23)	51,5	23,7
Органические удобрения		
Подстилочные: на основе соломы (1:10)		0,113
на основе торфа (1:3)		0,222
Торфо-навозные и торфо-соломисто-навозные компосты (24% торфа)		0,273
Гербициды		
Смешиваемые масла	419,2	
Смачивающийся порошок	263,6	
Гранулы	363,6	
Инсектициды		
Смешиваемые масла	365,0	
Смачивающийся порошок	253,2	
Гранулы	216,6	
Фунгициды		
Смешиваемые масла	272,6	
Смачивающийся порошок	116,6	
Прочие вещества		
Местные минеральные удобрения		2,9
Известковые материалы		3,8
Медный купорос		85,8
Сера молотая		68,2
Табачный экстракт		30,1
Пиретрум		44,8
Вода водопроводная		0,023
Здания (сооружения)		
Наименование	Энергоэквивалент, МДж/м ²	
Производственные (цеха, мастерские и т.п.)	5025	
Вспомогательные (хранилища, склады и т.п.):	4180	
Площадки для зерна:		
- с песчано-гравийным основанием	230	
- с бетонным основанием	490	
Траншеи:		
- силосные	177	
- сенажные	258	
Сараи, навесы, ограждения	383	
Теплицы, в среднем	7600	

Расчет составляющей от расхода посевного (посадочного) материала по формуле (2) не представляется возможным в связи с отсутствием в настоящее время достоверных данных об их энергоэквивалентах и выполняется в ходе расчетов полной энергоёмкости продукции по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{H_{\text{с}} [\mathcal{E}' + \mathcal{E}_{\text{но}} (K_{\text{но}} - 1)]}{Y - H_{\text{с}}}, \quad (3)$$

где $H_{\text{с}}$ – норма высева семян, т/га;

\mathcal{E}' – энергоёмкость продукции без учета составляющей от расхода семян, МДж/т;

$\mathcal{E}_{\text{но}}$ – энергоёмкость операций по послеуборочной обработке продукции, МДж/т;

$K_{\text{но}}$ – коэффициент увеличения энергоёмкости послеуборочной обработки семян по сравнению с обработкой продукции (например, для зерновых

$K_{ин} = 2$, поскольку энергозатраты на сушку семян в два раза больше, чем продовольственного зерна);

Y – урожайность основной продукции, т/га.

Если семена производятся в специализированном хозяйстве, то составляющая \mathcal{E}_c рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_c = \frac{H_c}{Y} (\mathcal{E}_{nc} + \mathcal{E}_{mp}), \quad (4)$$

где \mathcal{E}_{nc} и \mathcal{E}_{mp} – энергоемкость, соответственно, производства (с обработкой и хранением) и транспортировки семян в хозяйство – производитель продукции, МДж/т.

Составляющая от расхода посадочного материала (рассады, кустов и т.п.) определяется аналогичным образом:

$$\mathcal{E}_{пм} = \frac{H_{пм}}{Y} (\mathcal{E}_{mm} + \mathcal{E}_{mp}), \quad (5)$$

где $H_{пм}$ – норма высева, т/га;

\mathcal{E}_{mm} – энергоемкость производства посадочного материала, МДж/т.

В соответствии с формулой (1) полная энергоемкость основной продукции рассчитывается путем последовательного суммирования данных граф 7–10, (табл. 1). В полученное значение входит энергоемкость побочной продукции (соломы, стеблей и т.п.). Чтобы выделить ее используется следующее выражение:

$$\mathcal{E}_n = \frac{Y}{Y_n} \sum_{i=1}^{p_n} \mathcal{E}_i, \quad (6)$$

где Y_n – урожайность побочной продукции, т/га;

\mathcal{E}_i – энергоемкость i -й технологической операции по уборке и послеуборочной обработке побочной продукции, полученная по формуле (2), т. е. в расчете на 1 тону основной продукции;

p_n – количество операций, принимаемых в расчет.

В случае, когда рассматриваемая сельскохозяйственная культура дает 2 вида равноценной товарной продукции (например, лен – тресту и семена), расчет их энергоемкости выполняется следующим образом: сначала определяют энергоемкость технологических операций в расчете на тонну продукции 1-го вида по формуле (1), а затем энергоемкость производства продукции 1-го и 2-го вида по формулам:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2} \sum_{i=1}^{p_n} \mathcal{E}_{i_1} + \sum_{i=p_n+1}^p \mathcal{E}_{i_1}; \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2} \sum_{i=1}^{p_n} \mathcal{E}_{i_2} + \frac{Y_1}{Y_2} \sum_{i=p_n+1}^p \mathcal{E}_{i_2}, \quad (8)$$

где Y_1 и Y_2 – урожайность продукции 1-го и 2-го вида, т/га;

\mathcal{E}_{i_1} – энергоемкость i -й технологической операции, общей для возделывания и уборки продукции обоих видов, в расчете на единицу продукции 1-го вида, МДж/т;

\mathcal{E}_{i_1} и \mathcal{E}_{i_2} – энергоемкость i -й послеуборочной операции, относящейся к продукции, соответственно, 1-го и 2-го вида, в расчете на единицу продукции 1-го вида, МДж/т;

p_o – количество операций, общих для продукции обоих видов.

Для минимизации энергоемкости продукции проводится информационный поиск и анализ последних научно-технических достижений в технологиях ее производства по следующим направлениям:

- энергосберегающие агротехнические приемы и способы обработки почвы, посева, уборки и послеуборочной обработки сельскохозяйственных культур;
- прогрессивные системы и методы использования минеральных, органических и комплексных удобрений, средств защиты растений от болезней и вредителей;
- новые энергетические средства (мобильные и стационарные);
- новые рабочие машины и оборудование, производственные и вспомогательные здания (сооружения);
- возобновляемые источники энергии для растениеводства.

Прежде всего, во внимание принимаются операции, корректировка которых может дать ощутимый эффект. Опыт энергетической оценки различных видов продукции растениеводства показывает, что к таким операциям, как правило, относится обработка почвы мощными металлоемкими агрегатами, транспортировка и внесение удобрений, комбайновая уборка урожая, сушка продукции. Необходимо также оценить эффект от использования менее энергоемких удобрений (например, на основе местной сырьевой базы) и средств защиты растений.

После включения в технологию перспективных энерго- и ресурсосберегающих решений рассчитываются новые значения операционных расходов производственных ресурсов и соответствующие им составляющие энергоемкости продукции. Варьируя количество и качество производственных ресурсов, необходимо учитывать величину их энергетических эквивалентов, а также возможное изменение урожайности сельскохозяйственной культуры, которая должна соответствовать наименьшей энергоемкости продукции.

При проведении расчетов по минимизации энергоемкости продукции до достижения предельного значения целесообразно использовать следующие формулы:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^m \mathcal{E}_i \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = \sum_{i=1}^p \mathcal{E}_i, \quad (9)$$

где p – число операций в технологии.

Выводы

Предложенный системный подход позволяет непосредственно в технологии выполнять поэтапный расчет и минимизацию энергоемкости производства продукции растениеводства с оценкой эффективности вариации способов топливо- и энергообеспечения, механизации и химизации технологических операций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства / МСХ СССР, ВАСХНИЛ. – М., 1983.
2. Методические рекомендации по оценке топливно-энергетических затрат на выполнение механизированных процессов в растениеводстве / ВАСХНИЛ. – М., 1985.
3. Жученко А.А., Афанасьев В.Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве. – Кишинев: «Штиинца», 1988.

4. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. – Мн.: Ураджай, 1994.

5. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ. – М., 1995.

6. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений. – Мн.: БелНИИПА, 1996.

7. Методика энергетического анализа в защите растений. – Мн.: БелНИИЗР, 1999.

8. Fiedorowich G. Efektywność chowu krów w oborach j różnych wielkościach i rozwiązaniach technologicznych. Rozprawa habilitacyjna. / IBMER. Warszawa, 1998.

9. Колос В.А. Энергетические эквиваленты производственных ресурсов для сельскохозяйственных технологий. – В сб.: «Математическое моделирование сельскохозяйственных объектов – основа проектирования технологий и машин. Материалы международной научно-технической конференции». – Мн.: БелНИИМСХ, 2001.- С.239-242.

УДК. 631.95:634.739.2

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.05.2007

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛЮКВЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ

В.Г. Лягуский, директор (РСХУП “Беларускія журавіны”); Л.В. Мисун, докт. техн. наук, профессор, В.Л. Мисун, студент (УО БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены способы борьбы с сорной растительностью и защиты культуры клюквы крупноплодная от вредителей и болезней при ее механизированном выращивании. Приведен регламент выполнения операций химической защиты промышленных клюквенных плантаций. Проанализированы показатели качества работы технических средств для контактного нанесения гербицида и опрыскивания посадок клюквы крупноплодной. Дана оценка их экологической безопасности, определены условия повышения эффективности использования агрохимикатов на промышленных клюквенных плантациях.

Введение

Одной из наиболее сложных проблем при возделывании клюквы крупноплодной на промышленных плантациях является борьба с сорной растительностью и защита культуры от вредителей и болезней. Клюква крупноплодная отличается слабой конкурентоспособностью по отношению к сорной растительности, и в отсутствие надежных мер борьбы с сорняками, ущерб производству большой. Конкуренция сорных растений особенно велика в начальный период, так как они в это время почти все претендуют на пространство и питание и растут гораздо быстрее клюквы крупноплодной. Распространению сорняков на торфяно-болотных почвах благоприятствуют большие запасы азота, влаги и уже в первый год вегетации на плантации насчитывается до 80 видов сорных растений, масса которых может достигать 300 ц/га [1]. Борьба с ними в этот период

во многом уменьшает остроту проблемы в последующем, при вступлении растений в пору интенсивного плодоношения, но не снимает ее полностью. Ручная же прополка на промышленных плантациях клюквы крупноплодной мало эффективна и экономически себя не оправдывает. Затраты труда на эту операцию составляют 250 чел. ч /га [2]. Плантации клюквы крупноплодной привлекают и многие виды насекомых, но лишь некоторые из них могут рассматриваться как серьезные вредители.

В настоящее время используются следующие способы борьбы с сорняками и защиты культуры от вредителей и болезней: регулирование гидрологического режима функционирования промышленной клюквенной плантации, нескование клюквенного чека, механизированное внесение пестицидов и обкашивание сорной растительности. Каждый из них в отдельности имеет определенный эффект от приме-