

УДК 633.494.004.12:636.085.1/3 (477.43)

## РАСЧЕТ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕСУРСА АГРОЗОНЫ НА ПРИМЕРЕ ТОПИНАМБУРА

В. Л. ПУЮ, кандидат сельскохозяйственных наук

Подольский ГАТУ

E-mail: main@pdatu.edu.ua

*В статье изложен биоэнергетический ресурс топинамбура в центральной части Волыно-Подольской лесостепи Украины, рассчитанный по количеству поступления ФАР, КПД<sub>ФАР</sub>, водообеспечению и коэффициенту использования влаги.*

**Ключевые слова:** топинамбур, продуктивность, энергия.

В конце XX века топинамбур признан одной из ведущих биоэнергетических культур. Посевная площадь этого растения в мире превысила 2,5 млн га; во Франции — 0,5 млн га (на уровне сахарной свеклы), США — 0,7 млн га, Австралии — 30 тыс. га. В Германии, Польше, Венгрии его приоритетно выращивают для выпаса и откорма свиней. Значительные площади топинамбура занимает в скандинавских странах, в Англии, Японии, КНР, в странах Малой Азии [1–3]. В Украине топинамбур широко пропагандируется, но промышленного и товарного значения не имеет. Возможно, срабатывает инерция 1934–1935 гг., когда растение было отнесено к злостным сорнякам [4].

Чтобы подобное не повторялось, необходимо перед внедрением в промышленное производство новой культуры определить её биоресурсный потенциал, реальную ценность и агротехнические особенности выращивания.

### 1. Потенциальная урожайность топинамбура в центральной части Волыно-Подольской лесостепи Украины

КПД <sub>ФАР</sub> , %	ФАР с учётом КПД, МДж/га	Масса синтезированного органического вещества, т/га			Урожайность, т/га, при влажности	
		всего	в том числе за счёт:		80 %	70 %
			клубнеплодов	стеблей		
1,0	141700	7,55	2,16	5,39	10,8	18,0
1,5	212550	11,32	3,24	8,08	16,2	26,9
2,0	283400	15,10	4,32	10,78	21,2	35,9
2,5	354250	18,88	5,40	15,48	27,0	44,9
3,0	425100	22,65	6,48	16,17	32,4	53,9

### 2. Природные ресурсы влагообеспечения растений топинамбура

	2007 г.		2008 г.		2009 г.		В среднем	
	посадка	уборка	посадка	уборка	посадка	уборка	посадка	уборка
<i>h</i> , см	0–100	0–100	0–100	0–100	0–100	0–100	0–100	0–100
<i>d</i> , см <sup>3</sup>	1,39	1,42	1,42	1,40	1,38	1,36	X	
<i>Wg</i> , %	24,2	17,3	23,9	21,3	21,5	17,0		
$\Sigma Wg$ , мм	336	246	339	298	297	231	324	258
$\Sigma Wg + \Sigma W_0$ , мм	336 — 246 + 0,8 × 402 = 412		339 — 298 + 0,7 × 616 = 472		297 — 231 + 0,8 × 414 = 213			
$\Sigma H_2O$ , мм	412		472		397		427	

Обозначения: *h* — слой почвы, *d* — объёмная масса почвы, *Wg* — влажность почвы,  $\Sigma Wg$  — запасы влаги в почве,  $\Sigma W_0$  — сумма осадков,  $\Sigma H_2O$  — общие затраты воды на 1 га в течение вегетационного периода

**Методика исследований.** Исходные параметры для определения агроклиматического ресурса территории — это поступление ФАР, КПД<sub>ФАР</sub>, водообеспечение и коэффициент использования влаги [5]. В центральной части Волыно-Подольской лесостепи Украины, где проводились исследования, в течение активной вегетации топинамбура поступает ФАР — 1417 МДж/м<sup>2</sup>; на 1 га — 14170000 МДж; в расчёте на 1 % КПД — 141700, на 2 % — 283400, на 3 % — 425100 МДж/га [6].

В 1 кг органического вещества (ОВ) растительной массы топинамбура содержится 18,77 МДж энергии [7], соответственно с 1 % КПД<sub>ФАР</sub> (141700 МДж) можно ожидать получение 7,55 т ОВ, в т. ч. за счёт клубнеплодов — 2,16 и стеблей — 5,39 т; в пересчёте на натуральные продукты — клубнеплодов (при 80 % влажности) — 10,8 т/га, стеблей (при 70 % влажности) — 18,0 т/га.

Расчёты потенциальной продуктивности топинамбура для наиболее вероятных в производственных условиях КПД<sub>ФАР</sub> — от 1 до 3 % — в табл. 1.

В условиях богарного земледелия главные факторы, которые определяют КПД<sub>ФАР</sub>, это обеспеченность посевов влагой при определенном её использовании. По данным И. П. Рыхликовского, для образования 1 т абсолютно сухого вещества (СВ) топинамбур расходует 150 т воды, что при ресурсном обеспечении посевов 4720 т/га (472 мм) H<sub>2</sub>O обеспечивает сбор 31,5 т СВ, в т. ч. за счёт клубнеплодов — 12,6 т, что соответствует 63,0 т/га натурального продукта (12,6 т : 20 % × 100 %) и 18,9 т/га — за счёт стеблей (в натуральном выражении — 63,0 т/га) [4].

В 2007 г. при наличии 412 мм ресурсной влаги общий сбор сухого вещества прогнозировался на уровне 27,5 т/га, в т. ч. в клубнеплодах 11,0 т/га и стебель-

ной массе — 16,5 т/га; в натуральном выражении — 55 т/га клубнеплодов и столько же стеблей. В среднем за три года урожай клубнеплодов составил 57 т/га (4270 : 150 × 0,4 : 0,2), что соответствует КПД<sub>ФАР</sub> — 3,77 % (28,5 т/га : 7,55 т/га).

Содержание сухого вещества является одним из главных показателей питательности корма. У топинамбура при урожайности в 2007 г. 55 т/га клубнеплодов плюс столько же стеблей сбор сухого вещества составил 27,5 т/га [(55 × 0,2) + (55 × 0,3)], в 2008 г. — 31,5 т/га, в 2009 г. — 26,5 т/га и в сумме за три года — 85,5 т/га. В среднем за три года общий сбор сухого вещества — 28,5 т/га, в т. ч. за счёт клубнеплодов — 11,4 т/га и стеблей 17,1 т/га.

Основными кормовыми компонентами сухого вещества являются протеин, жир, клетчатка, БЭВ; сопутствующими — зола, как комплекс макро- и микроминеральных соединений (табл. 3).

При нехватке клетчатки в рационах коров, что часто наблюдается ранней весной при выходе животных на пастбище, жирность молока у них заметно снижается. В сухом веществе рационов взрослых животных клетчатки должно быть: крупный рогатый скот — 20–23 %, овцы — 20–25, свиньи — 7–11, лошади — 15–17, птица — 5–7 % [8].

### 3. Химический состав сухого вещества топинамбура

Компонент сухого вещества	По данным:					
	автора, 2008			Н. К. Кочнева и М. В. Калиничевой, 2002 [1]		
	клубне-плоды	зеленая масса	растение	клубне-плоды	зеленая масса	растение
Протеин	12,1	10,6	11,2	11,4	10,0	10,6
Жир	1,2	2,1	1,7	1,0	1,8	1,5
Клетчатка	4,1	17,7	12,3	4,2	18,1	12,5
БЭВ	76,3	53,7	62,7	78,0	55,0	64,2
Зола	6,3	15,9	12,1	5,8	14,3	10,9

### 4. Потенциально возможный сбор основных кормовых питательных веществ в приднестровской зоне Волыно-Подольской лесостепи Украины

Показатели	Клубне-плоды	Масса стеблей	Общий урожай
Урожайность, т/га	57	57	114
Сбор, т/га:			
сухого вещества	11,4	17,1	28,5
протеина	1,45	1,75	3,20
жира	0,14	0,35	0,49
клетчатки	0,47	2,92	3,39
БЭВ	8,70	8,86	17,56
дрожжей	22,8	33,0	55,8
дрожжевого белка	2,85	4,28	7,13

Структурное содержание питательных веществ, %

Показатели	Клубне-плоды	Масса стеблей	Общий урожай
Протеин	13,5	12,6	13,0
Жир	1,3	2,5	2,0
Клетчатка	4,4	21,1	13,8
БЭВ	80,8	63,8	71,2
Всего	100	100	100

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) — это легкопереваримые углеводы (сахара, крахмал) и органические кислоты (молочная, уксусная, пропионовая и др.), которые являются основным энергетическим материалом корма; от их наличия в рационах жвачных животных зависит активность микрофлоры поджелудочников и синтез микробного белка.

В целом же с посевов топинамбура потенциально поступает сухого вещества 28,5 т/га, а с ним протеина — 3,20 т/га, жира — 0,49, клетчатки — 3,39, БЭВ — 17,56 (табл. 4).

В работе Н. К. Кочнева и М. В. Калиничевой [1] отмечается, что с 250 ц клубнеплодов топинамбура можно получить 32,4 ц СВ, а с ним — 64,8 ц дрожжевой массы (ДМ), с последней — 8,1 ц дрожжевого бел-

### 5. Кормовая оценка потенциального урожая топинамбура в приднестровской зоне Волыно-Подольской лесостепи Украины

Показатели	Клубне-плоды	Масса стеблей	Общий урожай
Урожайность, т/га	57	57	114
Сбор с 1 га посева, т:			
сухого вещества	11,4	17,1	28,5
протеина сырого	1,45	1,75	3,20
переваримого (%)	1,16 (80)	0,52 (30)	1,68 (52)
Жиры сырого	0,14	0,35	0,49
переваримого (%)	0,084 (60)	0,14 (40)	0,22 (45)
БЭВ сырого	8,70	8,86	17,56
переваримого (%)	7,83 (90)	5,32 (60)	13,15 (75)
Клетчатки сырой	0,47	2,92	3,39
переваримой (%)	0,28 (60)	1,17 (40)	1,45 (43)
Кормовых единиц	12,2	11,4	23,6
Кормопротеиновых единиц	11,9	8,3	20,2

Энергоемкость 1 т вещества, ГДж

Протеин	Жир	БЭВ	Клетчатка
23,86	39,77	17,50	20,00

Энергоемкость урожая и его химических составляющих, ГДж/га			
Протеин	27,67	12,41	40,08
Жир	3,34	5,57	8,91
БЭВ	137,0	93,1	290,1
Клетчатка	5,6	23,4	29,0
Валовой энергии в продукте	173,61	134,48	308,09

Животные	К	ОЭ (К × 308,09)	ЭКЕ (ОЭ/0,0105)
КРС	0,82	252,63	24060
Лошади	0,92	283,44	26994
Овцы	0,87	268,74	25594
Свиньи	0,94	290,37	27654

Зоотехническая эффективность 1 га посадки (посева) топинамбура

Животные	Среднегодовая потребность корма на одну голову		Потенциальное годовое количество поголовья на содержание
	корм. ед.	ЭКЕ	
КРС	4060	4148	5,8
Лошади	4500	5191	5,2
Овцы	600	651	39,3
Свиньи	900	1056	26,2

ка (ДБ), что в математическом выражении имеет вид уравнения:

$$ДБ = СВ \times K_1 \times K_2, \text{ где}$$

$K_1 = 2$  (коэффициент пропорциональности относительно сухого вещества и дрожжевой массы);  $K_2 = 0,125$  (коэффициент дрожжевой массы и дрожжевого белка).

Пользуясь заключительным выражением уравнения:  $ДБ = 0,25 \times СВ$ , определяем выход дрожжевых белков с клубнеплодов —  $ДБ_1 = 11,4 \text{ т} \times 0,25 = 2,85 \text{ т}$  и стеблей —  $ДБ_2 = 17,1 \text{ т} \times 0,25 = 4,28 \text{ т}$ . Общий сбор этого исключительно ценного корма — 7,13 т (табл. 4).

Энергетическая оценка 1 кг органической части сухого вещества корма составляет около 18 МДж. Для более точной оценки корм подвергается химическому анализу на содержание переваримой части протеина, жира, БЭВ и клетчатки. Каждую из определенных частей умножают на её энергоёмкость — для 1 т протеина — 23,86 ГДж, жира — 39,77, БЭВ — 17,5 и клетчатки — 20 ГДж. Расчёты позволяют установить валовую энергию урожая клубнеплодов — 173,61 ГДж, стеблей — 134,48 ГДж и растений в целом — 308,1 ГДж.

Перевод валовой энергии корма в обменную осуществляется с помощью коэффициентов эффективности: для коров — 0,82, лошадей — 0,92, овец — 0,87, свиней — 0,94. В результате перевода валовой энергии в обменную устанавливается, что общий урожай топинамбура (клубнеплоды + масса стеблей), эквивалентный для коров — 252,63 ГДж ОЭ, лошадей — 283,44, овец — 268,74 и свиней — 290,37 ГДж ОЭ; и в ЭКЕ относительно групп животных — 24060, 26994, 25594, 27654 (290,37 ГДж ОЭ / 0,0105 ГДж ОЭ = 27654 ЭКЕ) (табл. 5).

**Заключение.** В центральной части Воыно-Подольской лесостепи Украины коэффициент использования ФАР растениями топинамбура составляет 3,77% (при среднем уровне технологии его выращивания и наличия ресурсной влажности 400–450 мм за вегетационный период). Урожай 114 т/га (клубне-

плоды + масса стеблей) и его энергетическая обеспеченность позволяют содержать в течение года поголовье коров — 5,8 или лошадей — 5,2, овец — 39,3, свиней — 26,2 (*справка:* для содержания такого количества свиней за счёт ячменя необходима посевная площадь от 3 до 4 га).

### Литература

1. Кочнев Н. К., Калиничева М. В. Топинамбур — биоэнергетическая культура XXI века. — М.: Типография «Арес», 2002. — 76 с.
2. Улицкий З. З. Топинамбур — функциональный ингредиент для мясных изделий <http://www.meatinfo.lv/en/articles/spices/146?task=view>. Интернет, 24.06.2010, 10 к.
3. Шаин С. С. Топинамбур: новый путь к здоровью и красоте. — М.: ЗАО «Фитон +», 1999. — 128 с.
4. Рыхливский И. П. Агротехнические и биологические основы введения топинамбура в промышленную культуру юго-западной части Лесостепи Украины : Дисс. д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Подольская государственная аграрно-техническая академия. — Каменец-Подольский, 2004. — 384 с.
5. Каюмов М. К. Программирование продуктивности полевых культур. — М.: Росагропромиздат, 1989. — 368 с.
6. Цупенко Н. Ф. Справочник агронома по метеорологии. — К.: Урожай, 1990. — 238 с.
7. Ничипорович А. А. Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. — М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 3–56.
8. Столярчук П. З., Боярский Л. Г. Заготовка кормов и нормированное кормление с.-х. животных. Справочник. — Львов: Каменяр, 1989. — 173 с.

### Calculation of bioenergy resources of an agricultural zone on the example of girasol

V. L. Puyu

The article describes the bio-energy resource of girasol in the central part of the Volyn-Podolsk Ukrainian forest-steppe, calculated by the quantity of received PAR, its efficiency, water supply and water use ratio.

**Keywords:** girasol, productivity, energy.

### НОВОСТИ ОТРАСЛИ

#### АГРАРИИ РТ РАСШИРЯЮТ ПОСЕВЫ РАПСА

В предстоящем сезоне этой сельскохозяйственной культурой планируется занять около 150 тыс. га пашни. Об этом корреспонденту агентства Татар-информ сообщили в Минсельхозпрод РТ.

Как считают специалисты, рапс — рыночная культура. Спрос на рапсовое масло, которое широко используется в пищевой и перерабатывающей промышленности, растет с каждым годом. В предстоящем сезоне в республике под рапс планируется отвести около 150 тыс. га посевных площадей.

#### БЕЛГОРОДСКИЙ ЗАВОД ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЛИЗИНА ОБОЙДЕТСЯ ИНВЕТОРАМ В 7 МЛРД РУБЛЕЙ

Завод по производству лизина, который белгородский агрохолдинг Приосколье строит при поддержке Роснано и Внешэкономбанка в Шебекинском районе области, обойдется инвесторам в 7 млрд рублей, сообщает Агентство Бизнес Информации со ссылкой на неофициальные источники в Белгородском правительстве.

Птицехолдинг строит в Шебекинском районе завод по производству лизина на базе аналогичного предприятия, существовавшего в советские годы. Планируемая мощность производства — 35 тыс. тонн в год. В настоящее время лизин, использующийся при производстве аминокислот, в Рос-

сии не производится. Реализация проекта в Шебекино намечена на начало 2013 года.

*Наша справка:* Лизин — аминокислота, применяющаяся при производстве премиксов и комбикормов для обогащения и сбалансированности рационов сельскохозяйственных животных. Использование лизина позволяет увеличить привес животных и птицы, повысить надои молока и яйценоскость кур. Лизин востребован как добавка для увеличения питательности кормов, поскольку не синтезируется в самом организме и потребляется в готовом виде из пищи.