

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ В КОРМОВЫХ РАЦИОНАХ

А. СПЕСИВЦЕВ, инженер-технолог комбикормового производства

Производство комбикормовой продукции, несмотря на кажущуюся простоту, требует определенных навыков в нескольких областях знаний, нередко лежащих на границе ряда дисциплин. Проблема создания однородных сыпучих смесей компонентов в заданных рецептурой соотношениях волнует не только специалистов комбикормовой промышленности. Над ней напряженно работают инженеры химической, фармацевтической, металлургической, пищевой промышленности, строительной индустрии и многих других отраслей хозяйства страны. Можно привести сотню примеров, когда одним из важнейших показателей качества продукции является именно однородность ее состава. Трудность заключается еще и в том, что в состав ряда продуктов необходимо включать компоненты в количестве от долей грамма до сотен килограммов на одну тонну.

Решить подобные задачи можно только с привлечением современных знаний в области технологий кормопроизводства, общей теории статистики, кормления животных и др. При этом важно, чтобы в процессе производства учитывались физические свойства, размеры, форма частиц наполнителя премикса и каждого компонента в отдельности, а технологическая схема и компоновка оборудования премиксных и комбикормовых заводов гарантировали потребителю, что все сдозированные в соответствии с заданным рецептом компоненты будут содержаться в суточных рационах животных и птицы, а не окажутся в воздухе рабочей зоны, выбросах в атмосферу, аспирационных отношениях, налипшими на внутренних поверхностях оборудования.

Цель, которая ставилась при написании этой статьи, — побудить специалистов задуматься над этим, объективно оценив приведенные в ней аргументы. Примеры решения нескольких типов простых, но актуальных технологических задач и комментарии к ним демонстрируют, как можно повысить эффективность кормов, применяя оценку гранулометрических характеристик сырья на стадии производства премиксов; как вариации распределения всех компонентов

в них скажутся на вариациях распределения компонентов в рационах; какую форму частиц компонентов следует предпочесть; почему об однородности комбикормовой продукции нельзя судить лишь по одному индикаторному компоненту и т.д.

ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ КОМПОНЕНТОВ

Зависимость размера частиц ($d_{\text{кмп}}$, мк) от уровня ввода компонентов в комбикорма ($m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}}$, г/т) известна давно. Один из наиболее корректных вариантов подобной зависимости: $d_{\text{кмп}} = F(m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}})$, получивший в последнее десятилетие наибольшее распространение у европейских специалистов и публиковавшийся в российских изданиях, приведен таблице 1.

Некоторые специалисты в своей работе используют данные, опубликованные в Ахе (1995 г.), но коэффициент корреляции как мера взаимосвязи размеров частиц и уровней ввода компонентов из расчета на 1 т комбикорма там определенно хуже, чем в предыдущем варианте. Все известные варианты рекомендаций похожи друг на друга и охватывают диапазон ввода компонентов от нескольких миллиграммов до 4,5–5,0 кг на тонну корма. Они не учитывают плотность частиц компонентов ($\rho_{\text{кмп}}$), вес выборки ($M_B^{\text{кбк}}$), например, суточного рациона, потребляемого корма, с какими коэффициентами вариации ($V_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}}$) должны распределяться компоненты в выборках. Что скрывается под понятием «средний размер (диаметр) частиц», авторы рекомендаций трактуют по-разному или умалчивают. В дальнейшем под термином «размер частиц» условимся понимать «диаметр отверстий сита, через которое проходит 50% массы компонентов при исследовании их гранулометрического состава ситовым методом, принятым в комбикормовой промышленности».

Функциональная зависимость

$$d_{\text{кмп}} = F \{ (m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}}; \rho_{\text{кмп}}; V_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}}; M_B^{\text{кбк}}) \} \quad (1),$$

Таблица 1. Зависимость размера частиц ($d_{\text{кмп}}$) от уровня ввода компонентов в комбикорма ($m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}}$)

$m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}}$, г/т	0,1	1	10	50	227	907	4356
$d_{\text{кмп}}$, мк	22	45	100	170	270	440	725

которую мы будем использовать для решения задач из примеров данного раздела, позволяет определить оптимальные размеры частиц компонентов с учетом перечисленных свойств и факторов, независимо от того, вводились они в комбикорма в составе премиксов, концентратов, предварительных смесей или непосредственно в главный смеситель комбикормового завода в любых количествах.

Пример 1. Необходимо определить оптимальный размер частиц селенита натрия плотностью $3,1 \text{ г/см}^3$, который вводится в комбикорма для цыплят и кур-несушек в количестве $0,435 \text{ г/т}$. Суточное потребление корма птицей составляет соответственно 10 и 120 г. Коэффициент вариации распределения селенита натрия в комбикорме согласно зоотехническим требованиям должен составлять 5%.

Используя функциональную зависимость (1), мы получаем оптимальные размеры частиц селенита натрия в комбикормах для цыплят и кур-несушек — соответственно 18,9 и 43,2 мк (табл. 2). Сравнивая эти значения, внимательный пользователь, безусловно, сделает вывод, что с увеличением суточного потребления корма можно использовать компоненты с более крупными частицами при прочих равных условиях ($m_{\text{кп}}^{\text{кбк}} = 0,435 \text{ г/т}$; $\rho_{\text{кп}} = 3,1 \text{ г/см}^3$; $V_{\text{Скп}}^{\text{кбк}} = 5\%$).

Действительно, если сравнить размеры частиц, расположенные в одних и тех же столбцах строк 1 и 4, то можно без труда заметить, что с ростом уровня ввода компонентов размеры их частиц, которые можно считать оптимальными, увеличиваются при прочих равных условиях ($\rho_{\text{кп}} — \text{const.}$, $V_{\text{Скп}}^{\text{кбк}} — \text{const.}$, $M_B^{\text{кбк}} — \text{const.}$).

На первый взгляд может показаться, что чем мельче частицы компонентов, тем лучше, так как снижаются коэффициенты вариации их распределения в суточных рационах. Но это не всегда так. Частицы любой формы размером менее 100 мк и пластинчатой формы размером менее 200 мк обладают способностью витать и длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, налипать на внутренние поверхности материалопроводов и оборудования. В результате часть из них либо попадает в производственные помещения, либо переносится из одной порции (партии) в другую, загрязняя готовую продукцию. Такие частицы компонентов должны иметь не минимальные, а строго расчетные размеры. Если рас-

четные размеры частиц более 200 мк, то распределение компонентов с такими гранулометрическими характеристиками в комбикорме с коэффициентом вариации менее 5% является положительным фактором. Предпочтение следует отдавать биологически активным веществам премиксов с частицами размером от 200 до 600 мк, если это допустимо по расчету. При этом желательно использовать частицы шарообразной формы: у них точечный контакт с поверхностями и минимальный динамический коэффициент формы — приблизительно 1. Эти факторы снижают их способность налипать на внутренние поверхности транспортного и технологического оборудования, витать в воздухе. Худшей формой частиц является пластинчатая форма, обусловленная плоской контактной поверхностью с другими поверхностями и значительным динамическим коэффициентом формы — 5,3. Эти частицы в наибольшей степени склонны к налипанию на различные поверхности, комкованию и распылению.

Промежуточное положение занимают частицы продолговатой (игольчатой) формы, которые характеризуются линейными контактами с поверхностями и имеют динамический коэффициент формы, равный 3,25. Некоторые специалисты из общей массы выделяют еще частицы округлой формы с динамическим коэффициентом, равным 1,7.

Пример 2. Необходимо определить оптимальный размер частиц поваренной соли плотностью $2,97 \text{ г/см}^3$, которая вводится в комбикорм для бройлеров в количестве $0,4\%$ (4000 г/т). Суточное потребление корма — 150 г. Коэффициент вариации распределения поваренной соли в суточном рационе: в первом варианте — 5%, во втором — 3%.

Используя функциональную зависимость (1), находим оптимальное значение размеров частиц поваренной соли в комбикорме для бройлеров: 988,0 мк при $V_c = 5\%$ и 702,9 мк при $V_c = 3\%$. Сравнивая эти значения, специалист, безусловно, отметит, что с повышением требований к однородности комбикорма (или снижением $V_{\text{Скп}}^{\text{кбк}}$) размер частиц компонентов, который можно считать оптимальным, уменьшается при прочих равных условиях ($m_{\text{кп}}^{\text{кбк}} = 4000,000 \text{ г/т}$; $\rho_{\text{кп}} = 2,970 \text{ г/см}^3$; $M_B^{\text{кбк}} = 150 \text{ г}$).

Сравнивая значения размеров частиц, расположенные в таблице 2 в одних и тех же столбцах строк 2 и 3, мы отметим,

Таблица 2. Размеры частиц селенита натрия и соли поваренной в зависимости от уровней ввода в комбикорма, от плотности и от коэффициентов вариации их распределения в суточных рационах

Компонент	Уровень ввода в комбикорм		Плотность, г/см ³	Размеры частиц компонента (мк) при:			
	%	г/т		<i>V</i> c = 5%	<i>V</i> c = 5%	<i>V</i> c = 5%	<i>V</i> c = 3%
				<i>M</i> в = 10 г	<i>M</i> в = 120 г	<i>M</i> в = 10 г	<i>M</i> в = 150 г
Селенит натрия	0,0000435	0,435	3,100	18,9	43,2	46,5	33,1
Соль поваренная	0,4000000	4000,000	2,970	400,6	917,2	988,0	702,9
	0,4000000	4000,000	1,485	504,8	1155,6	1244,9	885,6
	0,0000870	0,870	3,100	23,8	54,4	58,6	41,7

что с уменьшением плотности компонентов, оптимальные размеры их частиц увеличиваются, при прочих равных условиях ($m_{\text{кмп}}^{\text{кбк}} — \text{const.}$, $V_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}} — \text{const.}$, $M_B^{\text{кбк}} — \text{const.}$).

Пример 3. Необходимо определить оптимальные размеры частиц носителей микроэлементов J, Co и Zn, содержание которых в комбикормах для цыплят и кур-несушек согласно нормативам составляет 0,70; 1,00 и 60,00 г/т, соответственно. Суточное потребление корма — 10 и 120 г. Коэффициенты вариации распределения микроэлементов в суточных рационах согласно зоотехническим требованиям равны 5%. В качестве носителей микроэлементов намерено использовать KJ ($\rho_{\text{кмп}} = 3,115 \text{ г/см}^3$, содержание J в KJ — 0,754), $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($\rho_{\text{кмп}} = 1,900 \text{ г/см}^3$, содержание Co в $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,207) и $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($\rho_{\text{кмп}} = 1,957 \text{ г/см}^3$, содержание Zn в $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ — 0,225).

Для решения задач этого типа использована та же функциональная зависимость (1).

Значения оптимальных размеров частиц калия йодистого, кобальта сернокислого и цинка сернокислого в комбикормах для цыплят и кур-несушек представлены в таблице 3.

ВАРИАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ В ВЫБОРКАХ КОМБИКОРМОВ

Вариации распределения компонентов в выборках комбикормов (например, суточных рационов) не одинаковы. Функциональная зависимость между коэффициентами вариации распределения и влияющими на них факторами установлена и может быть представлена выражением:

$$V_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}} = F \{ (d_{\text{кмп}}; \rho_{\text{кмп}}; m_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}}; M_B^{\text{кбк}}) \} \quad (2).$$

Специалисты ведущих зарубежных компаний, производящих комбикорма, считают приемлемым распределение компонентов в суточных рационах с коэффициентом вариации около 5% для организации кормления сельскохозяйственных животных в условиях интенсивного животноводства. У нас нет оснований не соглашаться с ними, а понятие «коэффициент вариации» будем трактовать как меру относительного разброса содержания компонентов в выборках (суточных рационах).

Пример 4. Необходимо проанализировать целесообразность ввода в комбикорма для цыплят и кур-несушек селенита натрия с плотностью 3,1 г/см³ и с частицами размером: 320,00; 150,00; 43,16 и 18,85 мк, если уровень его ввода составляет 0,435 г/т корма. Суточное потребление корма — соответственно 10 и 120 г.

Используя функциональную зависимость (2), мы получаем значения коэффициентов вариации ($V_{\text{Скмп}}^{\text{кбк}}$), с которыми в суточных рационах ($M_B^{\text{кбк}}$) цыплят и кур-несушек распределится селенит натрия с частицами заданных размеров.

Как показывают данные таблицы 4, селенит натрия с частицами размером 320 мк непригоден для производства высокоэффективных комбикормов для цыплят и кур-несушек, хотя именно такой средний размер частиц измельченного селенита натрия приведен в «Правилах организации и ведения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности» в таблице «Технологические свойства сырья для производства премиксов» при-

Таблица 3. Размеры частиц некоторых компонентов в зависимости от уровней их ввода в комбикорма, от плотности компонентов и коэффициентов вариации их распределения в суточных рационах

Микро-элемент	Компонент (источник микро-элемента)	Норма содержания микроэлемента в комбикорме, г/т	Содержание микро-элемента в компоненте	Уровень ввода компонента в комбикорм		Плотность компонента, г/см ³	Размеры частиц компонента (мк) при:		
				%	г/т		<i>V</i> c = 5%	<i>V</i> c = 5%	<i>V</i> c = 3%
							<i>M</i> c = 10 г	<i>M</i> c = 120 г	<i>M</i> c = 120 г
J	KJ	0,70	0,754	0,0000923	0,928	3,115	24,23	55,48	39,47
Co	CoSO ₄ • 7H ₂ O	1,00	0,207	0,0004831	4,831	1,900	49,52	113,36	80,64
Zn	ZnSO ₄ • 7H ₂ O	60,00	0,225	0,0266667	266,667	1,957	186,68	427,40	304,04

Таблица 4. Коэффициенты вариации распределения селенита натрия в суточных рационах в зависимости от уровня его ввода в комбикорма, от плотности и размера частиц

Уровень ввода в комбикорм		Плотность, г/см ³	Размер частиц, мк	Коэффициенты вариации распределения в суточных рационах, %			
%	г/т			10 г	120 г	150 г	3 г
0,0000435	0,435	3,100	320,00	349,67	100,94	90,28	638,41
0,0000435	0,435	3,100	150,00	112,22	32,40	28,98	204,89
0,0000435	0,435	3,100	43,16	17,32	5,00	4,47	31,62
0,0000435	0,435	3,100	18,85	5,00	1,44	1,29	9,13
0,0000700	0,700	3,100	320,00	275,65	79,57	71,17	503,26
0,0000435	0,435	1,500	320,00	243,23	70,22	62,80	444,08

Таблица 5. Коэффициенты вариации распределения компонентов в различных суточных рационах в зависимости от содержания микроэлементов в комбикормах и компонентах, от плотности и размеров частиц компонентов

Микро-элемент	Компонент (источник микро-элемента)	Норма содержания микро-элемента в комбикорме, г/т	Содержание микро-элемента в компоненте	Уровень ввода компонента в комбикорм		Плотность компонента, г/см ³	Размеры частиц компонента, мк	Коэффициенты вариации распределения компонента в суточных рационах, %		
				%	г/т			10 г	120 г	150 г
J	KJ	0,70	0,754	0,00009	0,928	3,115	620,00	647,07	186,79	167,07
J	KJ	0,70	0,754	0,00009	0,928	3,115	55,48	17,32	5,00	4,47
J	KJ	0,70	0,754	0,00009	0,928	3,115	24,23	5,00	1,44	1,29
Co	CoSO ₄ • 7H ₂ O	1,00	0,207	0,00048	4,831	1,900	800,00	324,71	93,74	83,84
Co	CoSO ₄ • 7H ₂ O	1,00	0,207	0,00048	4,831	1,900	113,36	17,32	5,00	4,47
Co	CoSO ₄ • 7H ₂ O	1,00	0,207	0,00048	4,831	1,900	49,52	5,00	1,44	1,29
Zn	ZnSO ₄ • 7H ₂ O	60,00	0,225	0,02667	266,667	1,957	320,00	11,22	3,24	2,90
Zn	ZnSO ₄ • 7H ₂ O	60,00	0,225	0,02667	266,667	1,957	427,40	17,32	5,00	4,47
Zn	ZnSO ₄ • 7H ₂ O	60,00	0,225	0,02667	266,667	1,957	186,68	5,00	1,44	1,29

ложения б (Воронеж, ВНИИ КП, 1997). Значение коэффициента вариации 100% и более означает высокую вероятность того, что возможно полное отсутствие этого компонента в суточных рационах цыплят и кур-несушек, то есть производитель не сможет считать, что он ввел его в комбикорм, а потребитель — на это надеяться.

Селенит натрия с частицами размером 150 мк непригоден для производства высокоэффективных комбикормов для цыплят, но его крайне нежелательно использовать и в кормах для кур-несушек, так как коэффициент вариации значительно превышает 5%. Этот компонент с частицами размером 43,16 мк нецелесообразно вводить в комбикорма для цыплят, хотя для кур-несушек он является оптимальным. С частицами размером 18,85 мк селенит натрия — оптимальный компонент при производстве комбикормов для цыплят, но для кур-несушек его применять нецелесообразно.

Рассмотренное решение задачи наглядно доказывает, что если даже использовать идеальное по химическому составу сырье, затратить большие средства на автоматизацию технологического процесса, узел дозирования-смешивания и на прочее, но не суметь правильно проанализировать гранулометрический состав компонентов, то произвести высокоэффективный корм для животных не получится.

Если сравнить значения коэффициентов вариации, расположенные в одних и тех же столбцах строк 1 и 5 таблицы 4, можно заметить, что с увеличением уровня ввода компонентов в комбикормовую продукцию коэффициенты вариации в одинаковых суточных рационах снижаются (однородность рационов повышается), при прочих равных условиях ($\rho_{\text{кмп}} — \text{const.}, d_{\text{кмп}}^{кбк} — \text{const.}, M_B^{кбк} — \text{const.}$). Если сравнить значения, расположенные в одних и тех же столбцах строк 1 и 6, то можно сделать вывод, что с уменьшением плотности компонентов коэффициенты вариации снижаются, при прочих равных условиях ($m_{\text{Скмп}}^{кбк} — \text{const.},$

$d_{\text{кмп}} — \text{const.}, M_B^{кбк} — \text{const.}$). Сравнение значений коэффициентов вариации распределения компонентов в одних и тех же столбцах строк 1–4 показывает, что с уменьшением размеров частиц коэффициенты вариации снижаются, а с увеличением — повышаются при прочих равных условиях ($m_{\text{Скмп}}^{кбк} — \text{const.}, \rho_{\text{кмп}} — \text{const.}, M_B^{кбк} — \text{const.}$).

Оценив значения, расположенные в одних и тех же строках, любой специалист, безусловно, заметит, что с увеличением суточных рационов коэффициенты вариации распределения компонентов снижаются, а с уменьшением размеров частиц — растут, при прочих равных условиях ($m_{\text{Скмп}}^{кбк} — \text{const.}, \rho_{\text{кмп}} — \text{const.}, d_{\text{кмп}} — \text{const.}$).

Пример 5. Необходимо проанализировать целесообразность ввода в комбикорма для цыплят и кур-несушек носителей микроэлементов J, Co и Zn — KJ; CoSO₄ • 7H₂O и ZnSO₄ • 7H₂O с теми же параметрами, которые приведены в примере 3, и с добавлением параметра «размеры частиц», которые составляют 620; 800 и 320 мк, соответственно. Условия те же.

Для решения такого типа задач использована функциональная зависимость (2).

Значения коэффициентов вариации, с которыми в суточных рационах цыплят и кур-несушек распределяются данные микрокомпоненты, приведены в таблице 5. Анализ свидетельствует, что калий йодистый с частицами размером 620 мк непригоден для производства комбикормов для цыплят и кур-несушек. Значение 100% и более указывает на высокую вероятность его полного отсутствия в суточных рационах. Кобальт сернокислый с частицами размером 800 мк непригоден для производства комбикормов для цыплят, для кур-несушек использовать его крайне нежелательно. Цинк сернокислый с частицами размером 320 мк нецелесообразно использовать для цыплят, в то же время этот компонент является оптимальным для ввода в комбикорма для кур-несушек.



Таблица 6. Распределение некоторых компонентов — источников микроэлементов в суточных рационах

Компонент (источник микро- элемента)	Уровень ввода в комбикорм, г/т	Плотность, г/см ³	Размеры частиц, мк	Вес частиц, мкг	Количество частиц в 1 т комбикорма, шт.	Ус распределения компонента в суточных рационах, %		Количество частиц компонента на 1000 суточных рационов, шт.	
						10 г	120 г	10 г	120 г
KJ	0,928	3,115	620	389	2387	647,07	186,79	24	286
CoSO ₄ ·7H ₂ O	4,831	1,900	800	509	9485	324,71	93,74	95	1138
Na ₂ SeO ₃	0,435	3,100	320	53	8179	349,67	100,94	82	981

Для сравнения в эту таблицу включены несколько дополнительных строк (2–3; 5–6; 8–9) с измененными значениями размеров частиц исследуемого сырья. Это позволяет наглядно продемонстрировать следующее: без надлежащего контроля гранулометрического состава компонентов не удастся обеспечить их должное распределение в корме; гранулометрические характеристики компонентов, оптимальные для одних видов и групп животных могут быть неприемлемы для других.

Для наглядности сведем результаты решений задач из примеров этого раздела в таблицу 6, добавив в нее два показателя — вес и количество частиц.

Вес частиц легко рассчитать, зная их размеры и плотность. Имея же уровни ввода компонентов и вес каждой частицы, можно определить количество частиц в тонне готовой продукции. Разделив это количество на количество рационов, заключенных в тонне корма, и умножив полученное значение на 1000, получаем количество частиц компонентов на 1000 суточных рационов (значения в числителях столбцов 9 и 10). Анализ данных таблицы показывает: если при производстве комбикормов для цыплят и кур-несушек использовать йодистый калий с

частицами размером 620 мк, то в рационах 976 цыплят и 714 кур-несушек из каждой тысячи не найдется ни одной частицы данного компонента. А 24 цыпленка и 286 кур-несушек, которым достанется хотя бы по одной частице, получат в среднем 4189% и 349% от установленной нормы, соответственно.

Более того, исходя из требований ГОСТ Р 52356-2005 «Премиксы. Номенклатура показателей», размеры частиц премиксов, то есть всех компонентов, в том числе биологически активных веществ, могут достигать 1200 мк. Но если даже одна из частиц такого размера попадет в суточный рацион цыплят и кур-несушек, то они получат от нормы: калия йодистого — 30 371% и 2531%; кобальта сернокислого — 3558% и 297%; селенита натрия — 64 478% и 5373%, соответственно.

Мы продемонстрировали возможные последствия ввода в комбикорма ряда компонентов без учета их гранулометрических характеристик. Прodelать подобные расчеты для анализа распределения других компонентов комбикормов не составит труда ни одному специалисту. ■

Продолжение в следующих номерах



ИНФОРМАЦИЯ

Замена в рационе молочного стада соевого шрота мукой из канолы позитивно сказывается на продуктивности животных, установили ученые из Университета Шербрука в Квебеке, Канада. Проведенное ими исследование продемонстрировало, что полная замена соевого шрота на муку из канолы позволяет повысить их продуктивность и качество молочной продукции. В расчете на одну голову эти показатели возрастают соответственно на 0,75 кг молока и на 29 г белка в сутки.

Ученые уделяют более пристальное внимание муке из канолы, которая

может стать дешевой и весьма эффективной альтернативой традиционным компонентам комбикормов. Например, в исследовании, ранее проведенном группой американских специалистов, было установлено, что мука из канолы может заменить до 25% компонентов в рационе поросят, причем без какого-либо ущерба для продуктивности.

Австралийские производители комбикормов и говядины планируют извлечь серьезную выгоду из проекта, организованного университетом Квинсленда. Команда ученых создала ферму для выращивания водорослей,

которые будут поставляться на сельскохозяйственный рынок страны как компонент комбикормов. На разработку инновационной технологии они потратили три года.

Период самокупаемости фермы в среднем будет равен 3,5 года. Однако этот срок может быть увеличен или уменьшен в зависимости от спроса на рынке, а также от вида водорослей, который ферма начнет выращивать.

При этом использование пасты, получаемой после высушивания водорослей, позволит животноводам снизить себестоимость говядины на 5–10%.

feednavigator.com