

Свежеубранное зерно в комбикормах для птицы: проблемы и решения

Околелова Т.М., доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации

Енгашев С.В., доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН

ООО Научно-внедренческий центр «Агроветзащита» (Москва)

Аннотация: *Зерновые корма как источники углеводов составляют до 80% комбикормов. Недостатком зерновых компонентов является то, что наряду с крахмалом, основным источником энергии, они содержат некрахмалистые полисахариды (НПС), такие как пентозаны и бета-глюканы, которые создают проблему повышенной вязкости содержимого желудочно-кишечного тракта и отрицательно влияют на физиологическое состояние, продуктивность птицы и качество продукции. Повышенная вязкость зерна связана с содержанием в нем водорастворимых НПС, концентрация которых снижается в процессе послеуборочного дозревания. В связи с этим рекомендуется оптимальная продолжительность послеуборочного дозревания порядка 3 мес. Показано, что водорастворимые НПС могут снижать переваримость птицей протеина на 2,0-14,0%, крахмала на 1,0-14,0% и жира на 1,0-24,0%. Обращено внимание на сортовые различия в вязкости зерна и показано отрицательное влияние сортов пшеницы с повышенной вязкостью на продуктивность бройлеров: снижение на 3,0-13,4% прироста живой массы и рост на 1,35-14,9% затрат корма. Негативное влияние свежеубранного зерна усугубляется за счет необоснованно завышенных матриц параметров питательности на ферментные препараты. Даются рекомендации по минимизации рисков отрицательного влияния свежеубранного зерна, включающие как ограничения его ввода в комбикорма для разных возрастных групп птицы, так и использование биологически активных добавок, повышающих эффективность его использования. Обращено внимание на необходимость послеуборочной доработки зерна с целью нормализации его влажности, удаления семян ядовитых растений и сорной примеси, снижающей питательность зерна.*

Ключевые слова: *некрахмалистые полисахариды (НПС), птица, зерно, вязкость, продуктивность, переваримость питательных веществ, качество продукции.*

Введение. Роль зерновых кормов в питании птицы трудно переоценить: их уровень в комбикормах может достигать до 80%. Зерновые культуры являются основными источниками энергии для птицы, которые в зерне представлены на 80-85% углеводами (крахмал и сахар), в меньшей степени протеином (8-15%) и жиром (2-5%). В сумму безазотис-

тых экстрактивных веществ (БЭВ), кроме крахмала и сахара, входят некрахмалистые полисахариды (НПС), такие как пентозаны и бета-глюканы, которые повышают вязкость химуса желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) при использовании зерновых кормов в кормлении птицы, а также остовые углеводы (грубая клетчатка). Вязкость зерна зависит от содер-

жания в нем водорастворимой фракции НПС, способной связывать воду в ЖКТ и вместе с ней - важные питательные вещества корма. Как правило, в свежеубранном зерне преобладают именно водорастворимые НПС, которые в процессе послеуборочного дозревания переходят в не растворимую в воде форму, снижая риск появления клейкого и лип-





кого помета. Кроме того, в свежесобранном зерне не до конца сформирована клейковина и присутствует высокая активность липолитических ферментов, способствующих окислению жиров [3,5,6,9-11,13,17-21].

К сожалению, многие предприятия, руководствуясь экономическими соображениями или в силу ограниченных возможностей хранения и закупки зерна старого урожая, при производстве комбикормов резко переводят птицу на свежесобранное зерно. Хотя любой сельский житель знает, что использовать зерно нового урожая на корм скоту и птице можно только после его полного послеуборочного дозревания. Послеуборочное дозревание зерна - это сложный биохимический процесс, происходящий в его клетках и тканях при влажности ниже 14,5%. Чем ближе влажность зерна к оптимальной - 12-14%, тем быстрее идет его дозревание. В процессе дозревания зерна постепенно снижается интенсивность дыхания, активность эндогенных ферментов, уменьшается содержание небелкового азота. Водорастворимые НПС при этом переходят в нерастворимую форму. Как показали результаты наших исследований и данные, полученные ранее другими авторами, срок послеуборочного дозревания зерна составляет около 3 месяцев [7,12,14].

Включение в рационы птицы зерна нового урожая сразу после

Таблица 1. Содержание растворимых и нерастворимых некрахмалистых полисахаридов в кормах, % (цит. по [20])

Корма	Водорастворимые НПС	Нерастворимые НПС
Пшеница	2,4	9,0
Рожь	4,6	8,6
Ячмень	4,5	12,2
Нут	3,3	7,4
Люпин	4,0	34,0
Люпин белый	8,0	20,0
Горох	2,5	32,2
Фасоль	5,7	11,7
Соевая мука	13,9	16,4
Рапс	11,3	34,8

уборки ведет к повышению вязкости химуса, замедлению скорости прохождения корма по ЖКТ, что приводит к избыточному размножению микроорганизмов, в том числе патогенных, и появлению диареи. Поедаемость корма снижается, ухудшается его переваримость и использование питательных веществ, а клейкий и липкий помет ухудшает гигиену клетки и подстилки. У птицы на откорме снижаются приросты живой массы, у несушек снижается яичная продуктивность и увеличивается количество грязных яиц, при неполном содержании поголовья появляются пододерматиты. Конверсия корма в продукцию при этом снижается [8,15].

Содержание водорастворимых и нерастворимых НПС в основных кормах представлено в табл. 1. Разумеется, представленные данные следует рассматривать как ориентировочные, так как содержание в зерне как питательных, так и антипитательных веществ зависит от многих факторов, включая сортовые различия, агротехнику, погодные условия, включение удобрений и т.п.

Если оценивать зерновые корма по содержанию водорастворимых НПС, то их больше всего в ячмене и ржи по сравнению с пшеницей, поэтому эти культуры используются в меньших количествах, чем пшеница, даже после дозревания зерна, не говоря об использовании их сразу после уборки урожая [7]. Белковые корма растительного происхождения также содержат НПС, но они практически все подвергаются термической обработке (кроме гороха и нута) и имеют ограничения по проценту ввода в корма из-за наличия в них других, специфических для каждой культуры, антипитательных факторов.

Choct and Anniston (1992), изучая влияние экстракта водорастворимых НПС (пентозанов) на переваримость крахмала, протеина и жира, получили результаты, представленные в табл. 2.

Видно, что с повышением уровня пентозанов в рационе снижается переваримость крахмала, протеина и особенно жира. Так, если разница в переваримости крахмала и протеина между контрольной и 6-й группой составила -14,0%, то по переваримости



Таблица 2. Влияние растворимых некрахмалистых полисахаридов (экстракта пентозанов, ЭП) на переваримость крахмала, протеина и жира в организме бройлеров, % (цит. по [20])

Группа	Общее содержание пентозанов, г/кг	Разница с контролем по переваримости крахмала (%)	Разница с контролем по переваримости протеина (%)	Разница с контролем по переваримости жира (%)
1. Контрольный рацион (КР)	25,9	-	-	-
2. КР + 20 г/кг ЭП	43,8	-5,0	-5,0	-6,0
3. КР + 5 г/кг ЭП	30,8	0	0	0
4. КР + 10 г/кг ЭП	34,9	-1,0	-2,0	-1,0
5. КР + 25 г/кг ЭП	48,0	-4,0	-6,0	-17,0
6. КР + 40 г/кг ЭП	65,7	-14,0	-14,0	-24,0

жира она достигала -24,0%. Более резкое снижение переваримости жира под влиянием НПС в литературе объясняют снижением секреции желчных кислот. Это особенно заметно, когда на фоне пшеничной рецептуры в комбикорме содержатся семена масличного льна, рапса, большой процент полножирной сои и других масличных культур, повышающих суммарный уровень жира в комбикорме [26,27].

Негативное влияние НПС на переваримость жира внешне проявляется в загрязнении подножных решеток при клеточном содержании птицы. При напольном содержании подстилка становится не просто влажной, но и

липкой, так как непереваренный жир не сохнет. У птицы развиваются пододерматиты, увеличивается количество грязных яиц, оперение в области клоаки грязное. При напольном содержании перо грязное в таких случаях и в области груди. Снижается продуктивность, поедаемость кормов и их конверсия в продукцию. В наших исследованиях отмечена тенденция к снижению содержания витаминов в печени и яйце, увеличению процентов боя и насечки яиц. Эта проблема усугубляется, если в кормлении птицы используется зерно нового урожая, не прошедшее послеуборочного дозревания.

На содержание в зерне НПС

влияет его сорт. Так, в табл. 3 представлены данные Scott et al. (1998) о влиянии разных сортов пшеницы на ее вязкость и продуктивность бройлеров.

Видно, что у 8 исследованных сортов пшеницы установлены значительные различия в вязкости. Например, вязкость 8-го сорта была выше, чем 1-го, в 7,4 раза, что сказалось на росте бройлеров и конверсии корма. Бройлеры, получавшие в составе комбикорма пшеницу с вязкостью 33,5 сПз, имели живую массу на 13,4% ниже, чем цыплята, получавшие такое же количество зерна с вязкостью 4,5 сПз. Затраты корма на прирост живой массы при этом повышались на 14,9%.

Наши исследования также показали, что вязкость зависит от сорта зерна и меняется в зависимости от сроков послеуборочного дозревания. Результаты этих исследований представлены в табл. 4 и 5.

Данные по вязкости пяти сортов пшеницы (табл. 4) свидетельствуют о значительных сортовых различиях (в 3,79 раза) по вязкости зерна сорта №1 по сравнению с сортом №4. При таких различиях, заменяя один менее вязкий сорт зерна на другой с повышенной вязкостью, можно столкнуться с ранее перечисленными отрицательными последствиями негативного влияния НПС на птицу, что и произошло в одном из хозяйств, приславших эти образцы во ВНИТИП для опре-

Таблица 3. Влияние сортов пшеницы с разной вязкостью на продуктивность бройлеров (цит. по [20])

№ сорта пшеницы	Вязкость, сПз	Живая масса в 17 дней, г	Затраты корма на прирост живой массы, кг
1	4,5	373	1,48
2	5,7	362	1,50
3	8,3	365	1,57
4	13,5	354	1,66
5	18,8	346	1,61
6	24,0	334	1,61
7	29,4	341	1,68
8	33,5	323	1,70



деления вязкости [22]. У производителей часто возникает вопрос: какая оптимальная продолжительность послеуборочного дозревания зерна? По результатам наших исследований, представленных в табл. 5, показатели вязкости зерна стабилизируются после 3 месяцев его хранения.

Видно, что на момент поступления все зерно имело высокую вязкость, при этом дробленое зерно созревало быстрее. Однако хранить его в дробленном виде мы не рекомендуем. Наши исследования показали, что подсушенное зерно созревает быстрее. Поэтому зерно необходимо сушить минимум до нормативной влажности, определенной требованиями ГОСТа на сырье. Необходимо отметить, что продовольственное зерно имеет более высокую вязкость, чем фуражное, даже спустя 4 месяца хранения, а значит и использовать его нужно с осторожностью и в сочетании с фуражным зерном и ферментными препаратами.

Значительно более высокие показатели вязкости имеет свежубранное зерно ржи и ячменя (до 1000 сПз), поэтому эти культуры имеют ограничения по проценту ввода в комбикорма. Производственников интересует вопрос о нормативных показателях вязкости зерна. К сожалению, в мировой практике не существует нормативов по вязкости различных зерновых культур. Однако

Таблица 4. Вязкость зерна пшеницы в зависимости от сорта (после 6 мес. хранения), сПз (цит. по [20])

№ сорта	Вязкость, сПз
1	52,06
2	15,46
3	45,08
4	13,75
5	22,43

эти исследования проводятся, а полученные данные используются в качестве основания к применению ферментных препаратов. Например, в Англии было исследовано 156 образцов пшеницы и при этом было отмечено, что средняя вязкость для зерна пшеницы, прошедшего послеуборочное дозревание, составляет 5,3 сПз. В наших исследованиях (табл. 5) были образцы пшеницы с близкими показателями, но в большинстве случаев они были выше - в пределах 7-13 сПз.

Как снизить негативный эффект от использования свежубранного зерна в комбикормах для птицы?

1. Прежде всего, необходимо по возможности минимизировать ввод такого зерна в комбикорма (не более 50% от общей доли зерновых). Переход на зерно нового урожая должен быть постепен-

ным.

2. Свежубранное зерно необходимо исследовать по основным показателям питательности с учетом влажности, и при расчете рецептов комбикормов использовать фактическую питательность без корректировки на матричные значения ферментных препаратов и прочих добавок, а не усредненные табличные данные, с учетом того, что переваримость протеина, крахмала и жира из такого зерна значительно ниже.

3. Использовать свежубранное зерно в стартовых рационах для ремонтного молодняка, престартовых и ростовых рационах для бройлеров нежелательно, как и другие виды сырья, содержащие антипитательные факторы.

4. Ограничения по использованию свежего зерна желательны при разносе птицы и выходе на

Таблица 5. Изменение вязкости пшеницы (сПз) в процессе хранения, (цит. по [20])

	Вязкость (сПз) при сроке хранения (мес.):				
	0	1	2	3	4
Пшеница фуражная, сорт Рядовой, поступила из Ростовской области 26.08.2001	75,50	55,70	25,80	8,18	8,80
Пшеница фуражная, сорт Рядовой, поступила из Московской области в дробленном виде 26.08.2001	70,75	41,41	8,62	5,11	5,10
Пшеница фуражная из Ярославской области, поступила 27.09.2001	66,90	26,30	15,69	8,09	7,99
Пшеница продовольственная из Ростовской области, поступила 27.09.2001	83,63	28,60	20,10	17,70	13,60



пик продуктивности. Чтобы минимизировать потери продуктивности у несушек, лучше использовать свежесобранное зерно во вторую фазу продуктивности.

5. Помол свежесобранного зерна при использовании рассыпных комбикормов также имеет значение. Крупный помол снижает скорость высвобождения антипитательных факторов в процессе пищеварения. Постепенное расщепление трудногидролизуемых компонентов корма способствует нормальному функционированию ЖКТ птицы. При тонком помоле и повышенной вязкости зерна корм задерживается в зобе, развиваются бродильные процессы, приводящие к атонии органа со всеми вытекающими негативными последствиями.

6. Обязательным при использовании зерна нового урожая является применение ферментных препаратов ксиланазного и бета-глюканазного спектра действия. При этом следует использовать максимальные дозировки ферментных препаратов, рекомендуемые производителем. Многолетний отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что применение ферментных препаратов в птицеводстве оправдано практически для любого рациона, как с точки зрения экономики, так и улучшения показателей пищеварения [4,24,25]. Единственное условие - не увлекаться матричными значениями питательности

на тот или иной ферментный препарат, которые зачастую не подкреплены экспериментальными данными. Поэтому прежде чем запускать в производство рецепт комбикорма с матричными значениями на ферментный препарат и прочие добавки, включая витаминно-минеральные премиксы без аминокислот на минеральном носителе, целесообразно матрицу обнулить, посмотреть и подумать - сможет ли доза 100 г/т ферментного препарата в комбикормах для кур на пике продуктивности заменить в тонне корма 20 кг соевого шрота (2,0%) и 10 литров растительного масла (1,0%), при том, что эти компоненты вводятся в минимальных количествах, без потерь для продуктивности несушек? Ответ - конечно же, нет, особенно если это пшеничная рецептура комбикормов на основе свежесобранного зерна. Поэтому, используя матрицы на кормовые добавки при расчете рецептов комбикормов, необходимо думать не только о снижении стоимости комбикорма, но и о том, насколько будет реализован генетический потенциал продуктивности и жизнеспособности птицы.

7. По результатам наших исследований хороший результат при использовании зерна нового урожая дает комплексное применение ферментных препаратов с кормовыми антибиотиками (Флавомицин), пробиотиками (напри-

мер, Целлобактерин и др.), пребиотиками (Ветелакт), которые способствует размножению полезной микрофлоры, с АСД-2Ф. Применение этих препаратов будет уместно при использовании сортов зерна с повышенной вязкостью, даже прошедших послеуборочное дозревание [1,2,4].

8. Племенной птице при использовании в комбикормах зерна нового урожая, кроме перечисленных добавок, целесообразно проводить выпойку водорастворимых препаратов витаминов для обеспечения качества инкубационных яиц (например, препараты Волстар или ВитОкей, водорастворимый витамин Д3). Курам промышленного стада для сохранения качества скорлупы в период использования зерна нового урожая, как минимум, необходим водорастворимый витамин Д3, а для сохранения высокого качества содержимого яйца подойдут препараты Волстар или ВитОкей, так как усвоение витаминов из корма на основе свежесобранного зерна снижается. При выращивании ремонтного молодняка, а также в бройлерном производстве при использовании зерна нового урожая дополнительная выпойка как комплексных витаминных препаратов, так и отдельно витамина Д3 также будет оправдана по причине сниженного усвоения витаминов из корма [2,16].



Кроме вязкости, по свежееубранному зерну часто задают вопросы по влажности и засоренности его теми или иными сорняками, включая ядовитые растения (полынь, дурман, триходесма седая, подмаренник, овсюг и т.п.). Поясняем, что на каждый отдельный сорняк норматива нет, и в соответствии с ГОСТом наличие сорной примеси не должно превышать 5%, а вредная примесь не должна превышать 0,2%. При наличии сорной примеси, например, овсюга, сверх нормативных показателей, необходимо проводить послеуборочную доработку зерна. Если послеуборочная доработка зерна отсутствует, то прежде чем включать такое зерно в рецептуру комбикорма, необходимо определить его питательность и токсичность, и с учетом этих показателей определить норму ввода в комбикорм [6,18,19].

Что касается влажности, то этот показатель не должен быть выше 14,5%. Надеемся, что перечисленные рекомендации позволят вам минимизировать потери продуктивности птицы и качества продукции от использования в комбикормах зерна нового урожая.

Литература

1. Околелова Т.М., Лесниченко И.Ю., Енгашев С.В. Пробиотик Ветелакт в мясном и яичном птицеводстве // Птицеводство. - 2015. - №8. - С. 15-17.
2. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Енга-

шева Е.С. [и др.] Что дает дополнительная выпойка витамина Д3 высокопродуктивным несушкам? // Птицеводство. - 2019. - №3. - С. 29-34.

3. Околелова Т.М. Что нужно знать о качестве сырья и биологически активных добавках для птицы. - Сергиев Посад, 2016. - 280 с.

4. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Дорогова О.В. [и др.] История создания, реальность и перспективы применения АСД-2Ф // Ветеринария. - 2018. - №7. - С. 61-63.

5. Околелова Т.М., Кулаков А.В., Молоскин С.А. [и др.] Корма и ферменты. - Сергиев Посад, 2001. - 112 с.

6. Околелова Т.М., Кулаков А.В., Кулаков П.А. [и др.] Качественное сырье и биологически активные добавки для птицы. - Сергиев Посад, 2007. - 240 с.

7. Околелова Т. Рожь вместо пшеницы в комбикормах для птицы // Животноводство России. - 2001. - №5. - С. 38-41.

8. Околелова Т., Гейнель В. Эффективность БАВ в комбикормах различного качества // Комбикорма. - 2007. - №6. - С. 85-86.

9. Околелова Т.М., Шарипов Р.И. Актуальность применения биологически активных веществ и производства премиксов. - Алматы, 2017. - 218 с.

10. Околелова Т.М., Салимов Т.М. Биологически активные и минеральные добавки в питании птицы. - Душанбе, 2018. - 256 с.

11. Околелова Т., Гейнель В. Ферменты с кормовыми антибиотиками и пробиотиками // Птицеводство. - 2007. - №8. - С. 13.

12. Околелова Т., Кончакова Е. Вязкость пшеницы и ячменя // Комбикорма. - 2004. - №1. - С. 61-62.

13. Подобед Л.И., Околелова Т.М. Диетопрофилактика кормовых и технологических нарушений в интенсивном птицеводстве. - Одесса: Печатный дом, 2010. - 298 с.

14. Фисинин В.И., Околелова Т.М., Догадаев Д.А., Криворучко Л.И. [и др.] Ферменты в кормлении птицы. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2005. - 46 с.

15. Фисинин В.И., Околелова Т.М., Кузнецова Т.С. Комплексное применение фермента с биологически активными веществами в комбикормах для кур // Доклады РАСХН. - 2007. - №4. - С. 39-40.

16. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Енгашева Е.С. [и др.] Для чего нужна выпойка витаминных препаратов? // Птицеводство. - 2016. - №12. - С. 24-26.

17. Подобед Л.И., Фисинин В.И., Егоров И.А., Околелова Т.М. Кормовые и технологические нарушения в птицеводстве и их профилактика. - Одесса: Акватория, 2013. - 496 с.

18. Околелова Т.М., Шарипов Р.И., Шарипов Т.Р. Болезни, возникающие при неправильном кормлении и содержании птицы. - Алматы, 2018. - 262 с.

19. Околелова Т.М., Шарипов Р.И., Шарипов Т.Р. Кормление сельскохозяйственной птицы в вопросах и ответах. - Алматы, 2019. - 225 с.

20. Околелова Т.М., Енгашев С.В. Роль кормления в профилактике незаразных болезней птицы. - 2019. - 268 с.

21. Околелова Т.М., Румянцев С.Д.,

- Кулаков А.В. [и др.] Корма и биологически активные добавки для птицы. - М.: Колос, 1999. - 96 с.
22. Кузнецова Т.С., Фисинин В.И., Околелова Т.М. Физиологические показатели и продуктивность кур в зависимости от биологически активных добавок // Доклады РАСХН. - 2008. - №3. - С. 40-41.
23. Фисинин В.И., Околелова Т.М., Егоров И.А. [и др.] Биологически активные и кормовые добавки в птицеводстве. - Метод реком. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2009. - 95 с.
24. Использование комплексных ферментных препаратов (мультиэнзимных композиций) при производстве комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы / Кирилов М.П., Крохина В.А., Виноградов В.Н., Стрекозов Н.И. [и др.]. - М., 2004. - 24 с.
25. Околелова Т., Криворучко Л., Морозов А. [и др.] Как повысить эффективность ферментов в комбикормах для птицы // Комбикорма. - 2005. - №3. - С. 59.
26. Околелова Т., Савченко В. Ксиби-тен целл и семена льна масличного в рационе бройлеров // Птицеводство. - 2008. - №12. - С. 13.
27. Околелова Т.М., Савченко В.С. Семена льна масличного и ферментный препарат «Олзайм Вегпро» в комбикормах для цыплят бройлеров // Докл. конф. мол. учен. и асп. по птицеводству. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2008. - С. 30-36

Для контакта с автором:

Околелова Тамара Михайловна

E-mail: tokolelova@vetmag.ru

Енгашев Сергей Владимирович

E-mail: sve@vetmag.ru



Freshly Harvested Grains in Diets for Poultry: Problems and Decisions

Okolelova T.M., Engashev S.V.

Center for Research and Implementation "Agrovetzashchita" (Moscow)

Summary: Grains are the main dietary source of carbohydrates in feeds with inclusion levels up to 80%. The disadvantage of the grains is related to the fact that in addition to the starch (main dietary energy source) these ingredients contain non-starch polysaccharides (NSP), e.g. pentosanes and beta-glucanes. Dietary NSP increase the viscosity of gastrointestinal chymus and negatively affect physiological state and productive performance in poultry as well as quality of poultry products. High viscosity of the grains is related to high concentrations of water-soluble NPS which decrease during the post-harvest maturation of the grain, the optimal duration of the latter being no less than 3 months. Water-soluble NSP are shown to decrease digestibility of protein (by 2.0-14.0%), starch (by 1.0-14.0%), and fat (by 1.0-24.0%) in poultry. The variety-related differences in grain viscosity are discussed; the negative effects of high-viscous wheat varieties on productivity in broilers are exemplified (decrease in growth efficiency by 3.0-13.4% and increase in feed conversion ratio by 1.35-14.9%). The negative impacts of freshly harvested grains in diets can be further aggravated by unreasonably overrated matrices of the nutritive values for enzymatic preparations applied. The recommendations for the minimization of risks related to the use of freshly harvested grains in diets are presented including the restrictions of inclusion levels for different ages of poultry and additional supplementation of the diets with bioactive additives improving the efficiency of the digestion. The post-harvest treatment of the grains is discussed to normalize the moisture level, elimination of seeds of harmful (toxic) plants and other impurities detrimentally affecting the nutritive value of the grains.

Key words: non-starch polysaccharides (NSP), poultry, grains, viscosity, productivity, digestibility of dietary nutrients, product quality.