

# Воспроизводимость, стандарты данных и метаданные как инфраструктурные основания пищевой метаинженерии: редакционная позиция

А.Е. Рябова

Всероссийский  
научно-исследовательский  
институт молочной  
промышленности, г. Москва,  
Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

**Введение:** Пищевая метаинженерия ориентирована на получение переносимых, инженерно интерпретируемых результатов, связывающих состав, структуру и параметры процесса с функциональными свойствами продукта. Однако достижение переносимости результатов ограничивается не столько дефицитом методов, сколько неоднородностью представления данных, недостаточностью метаданных статей и неполнотой протокольных описаний, что снижает воспроизводимость и затрудняет повторное использование результатов.

**Цель:** Представить редакционную позицию относительно роли стандартов данных и практик воспроизводимости в пищевой метаинженерии и предложить минимальный набор требований к рукописям, обеспечивающий проверяемость, сопоставимость и индустриальную пригодность результатов исследований.

**Обоснование:** Аннотационная аргументация опирается на междисциплинарные рамки воспроизводимости и репликации, принципы FAIR, практику минимальных стандартов информации в смежных областях исследований, а также на издательские политики в части доступности данных, материалов, кода и протоколов.

**Основные положения.** (1) Публикация в метаинженерной логике должна рассматриваться как воспроизводимый пакет доказательств, а не как описательное сообщение. (2) FAIR следует трактовать как критерии пригодности данных и связанных цифровых артефактов к повторному использованию, включая машинную интероперабельность и прослеживаемость происхождения. (3) Для ключевых поддоменов пищевых исследований требуется институционализация «минимальной информации» о сырье, процессах, пробоподготовке и аналитике. (4) Вычислительная воспроизводимость (код, параметры, версии окружения) становится обязательной там, где выводы зависят от цифровой обработки. (5) Стандартизированное цитирование пищевых данных повышает прослеживаемость и качество вторичного использования.

**Заключение:** Предлагается минимальный редакционный стандарт, включающий обязательное заявление о доступности данных, предоставление протоколов и структурированных метаданных, публикацию вычислительных артефактов при наличии вычислительной компоненты, корректную идентификацию и цитирование наборов пищевых данных и явное описание ограничений доступа. Ожидаемый эффект состоит в повышении сопоставимости исследований, снижении транзакционных издержек повторного использования и укреплении взаимосвязи «лаборатория—производство» для результатов исследований в области пищевой метаинженерии.

**Ключевые слова:** воспроизводимость; репликация; стандарты данных; метаданные; протоколы; FAIR; управление данными исследований; вычислительная воспроизводимость; доступность данных; цитирование данных; прозрачность методов; редакционная политика; повторное использование данных; индустриальная переносимость результатов; открытая наука

## Корреспонденция:

Анастасия Евгеньевна Рябова  
E-mail: a\_ryabova@vniimi.org

## Конфликт интересов:

автор сообщает  
об отсутствии конфликта  
интересов.

**Поступила:** 01.11.2025

**Принята:** 15.12.2025

**Опубликована:** 30.12.2025

**Copyright:** © 2025 Автор



Для цитирования: Рябова, А.Е. (2025). Воспроизводимость, стандарты данных и метаданные как инфраструктурные основания пищевой метаинженерии: редакционная позиция. *FOOD METAENGINEERING*, 3(4), 7–13. <https://doi.org/10.37442/fme.2025.4.102>

# Reproducibility, Data Standards, and Metadata as Infrastructural Foundations of Food Metaengineering: An Editorial Position

Anastasia E. Ryabova

All-Russian Dairy Research Institute,  
Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

**Introduction:** The conclusion section in field reviews remains one of the most vulnerable components of academic writing. Authors often reproduce the rhetorical pattern of empirical articles, limiting the conclusion to a descriptive summary of identified themes and findings. Unlike empirical research, where the conclusion summarizes the author's own data, a field review requires an integrative and normative ending that delineates the boundaries of the field, identifies areas of consensus and gaps in research, and outlines directions for future inquiry. Although international guidelines for systematic reviews exist, they do not account for the genre-specific characteristics of field reviews, in which the conclusion must combine analytical, metatheoretical, and pragmatic functions.

**Purpose:** To propose an operationalizable rhetorical model for writing the conclusion section of a field review. The model integrates analytical approaches from genre analysis with the principles of transparent academic writing and strategic hedging.

**Results:** The paper identifies five functional components of the conclusion: (1) outlining the review's contribution to theory, methodology, and practice; (2) defining the boundaries of transferability of the synthesized findings; (3) articulating a realistic research agenda for the field; (4) indicating the limitations of the review and potential sources of bias; and (5) formulating a final integrative statement that captures the current state of the field. Based on these functions, a seven-move rhetorical structure is proposed, comprising the redefinition of the field frame, the formulation of integrative claims, theoretical and methodological implications, practical applications, limitations, and a final metatextual statement. Particular attention is given to the principles of readability and structural signaling, as well as to the calibration of claim strength through strategic hedging, ensuring a balance between scholarly caution and persuasive synthesis. The article also introduces a checklist and a set of quality metrics to enhance the reproducibility and evaluability of the rhetorical organization of field review conclusions.

**Conclusion:** The proposed model makes the process of writing the conclusion section in a field review systematic and manageable, transforming it from a formal summary into a tool for integrating and standardizing knowledge within a disciplinary domain. It enhances analytical density, interdisciplinary comparability, and transparency of scientific reasoning, aligning with contemporary standards of evidence-based and rhetorically competent academic writing.

**Keywords:** reproducibility; replication; data standards; metadata; protocols; FAIR; research data management; computational reproducibility; data availability; data citation; method transparency; editorial policy; data reuse; industrial transferability of results; open science

## Correspondence:

Anastasia E. Ryabova

E-mail: [a\\_ryabova@vniimi.org](mailto:a_ryabova@vniimi.org)

## Conflict of interest:

The authors report the absence of a conflict of interest.

**Received:** 01.11.2025

**Accepted:** 15.12.2025

**Published:** 30.12.2025

**Copyright:** © 2025 The Author



**To cite:** Ryabova, A.E. (2025). Reproducibility, Data Standards, and Metadata as Infrastructural Foundations of Food Metaengineering: An Editorial Position. *FOOD METAENGINEERING*, 3(4), 7–13. <https://doi.org/10.37442/fme.2025.4.102>

Пищевая метаинженерия как исследовательская и технологическая повестка предполагает переход от локально оптимизированных решений к переносимым инженерным знаниям: результат должен воспроизводиться на другой линии, в другой лаборатории, при иных партиях сырья с заранее очерченными границами применимости. Именно поэтому для метаинженерии критичны не только новые модели, ингредиенты или методы структурирования, но и качество доказательной инфраструктуры: данных, метаданных, протоколов и вычислительных процедур, лежащих под публикацией.

В последние годы научное сообщество на уровне междисциплинарной дискуссии фактически признало, что дефицит воспроизводимости является системной проблемой современной науки (Тихонова & Косычева, 2024). Эмпирические свидетельства этого явления обсуждаются открыто, включая данные массовых опросов исследователей (Baker, 2016) и аналитические аргументы о том, почему многие опубликованные результаты оказываются нестабильными при повторных проверках (Ioannidis, 2005). Исследователи разводят понятия воспроизводимости (*reproducibility*) и репликация (*replicability*) и подчеркивают: для вычислительных исследований воспроизводимость требует доступности данных, кода и прозрачного описания процедур анализа (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019). Для пищевых исследований эта повестка не является внешним «методологическим импортом»: специфика пищевых систем (контекстная вариативность сырья и процесса, чувствительность к деталям пробоподготовки и оборудования, многомерность конечных показателей) делает проблему воспроизводимости особенно практико-значимой.

## Публикация как воспроизводимый объект, а не как повествование

Редакционная позиция, которую целесообразно артикулировать в журнале по пищевой метаинженерии, сводится к следующему: публикация должна рассматриваться как минимально достаточный пакет для независимой проверки и повторного использования результатов. Такой подход не означает требование «открыть все» в любом контексте (включая промышленную конфиденциальность). Речь идет о том, чтобы статья содержала проверяемую связь между выводами и их эмпирической/вычислительной основой, а также четко фиксировала условия, при которых результат получен.

Подобные требования уже закреплены в политике ведущих издательских платформ. Например, Nature Portfolio прямо формулирует принцип, согласно которому материалы, данные, код и протоколы должны быть доступными для того, чтобы другие исследователи могли воспроизвести и развивать опубликованные утверждения; ограничения должны быть декларированы при подаче рукописи (Nature Food Editorial Policies, n.d.). Springer Nature, в свою очередь, институционализирует роль заявления о доступности данных (*data availability statement*) как связующего звена между результатами статьи и доказательной базой (Springer Nature, n.d.). Эти нормы не подменяют научного качества «формальными чек-листами», но задают базовый уровень прозрачности, без которого метаинженерный статус исследования оказывается трудно обосновать.

## FAIR как практический язык повторного использования

В научных дискуссиях часто происходит подмена: принципы управления исследовательскими данными FAIR трактуют как синоним «открытости». Изначально эти принципы были предложены как критерии того, насколько данные (и связанные цифровые объекты) пригодны для поиска, доступа, интероперабельности и повторного использования, в том числе машинного (Wilkinson et al., 2016). В контексте пищевой метаинженерии принципы FAIR означают конкретные требования:

1. находимость (устойчивые идентификаторы, корректные ссылки, индексируемые репозитории);
2. доступность (явные условия доступа и лицензирования, включая варианты «ограниченного доступа»);
3. интероперабельность (структурированные метаданные, контролируемые словари, единицы измерения);
4. повторное использование (описание происхождения данных, процедур их получения и обработки, версий инструментов).

Принципиально важно, что инициатива FAIR — это не абстрактная декларация, а технология снижения транзакционных издержек: данные и протоколы становятся реально переносимыми, а не «восстанавливаемыми по переписке».

## Минимальные стандарты информации

Пищевые исследования часто развиваются в режиме высоко вариативных протоколов, где критические параметры остаются «неявным знанием» лаборатории. В таких

условиях полезен опыт дисциплин, которые сталкивались с аналогичной проблемой и отвечали институциональными «минимальными стандартами информации». Классический пример — MIAPE<sup>1</sup>, разработанный как минимальный набор информации, необходимый для интерпретации и независимой проверки экспериментов на микрочипах (Brazma et al., 2001). В протеомике аналогичную роль сыграл MIAPE<sup>2</sup>, фиксирующий минимальные требования к описанию эксперимента и данных (Taylor et al., 2007). Смысл подобных стандартов не в том, чтобы «зарегулировать» исследование; напротив, они задают нижнюю границу, ниже которой публикация перестает быть воспроизводимым научным объектом.

Для пищевой метаинженерии логичным представляется развитие аналогичных профилей «минимальной информации» хотя бы в ключевых поддоменах, например, для исследований, где результат определяется:

- (а) процессом ферментации и микробными сообществами;
- (б) структурированием белков и формированием текстов;
- (в) коллоидными системами (эмульсии, пены, гели);
- (г) дегидратацией/сушкой и изменением матрицы;
- (д) сенсорными протоколами и панелями.

Уже на уровне журналов возможно определить базовые поля метаданных (сырьё/партии/условия хранения; оборудование и режимы; пробоподготовка; калибровки; статистические решения; критерии исключения данных). Это те элементы, без которых сравнение и переносимость между исследованиями превращаются в догадку.

## Вычислительная воспроизводимость

Даже когда предмет исследования кажется преимущественно «материальным» (сырьё–процесс–продукт), публикационные выводы все чаще зависят от вычислительных процедур: обработки спектров и изображений, фильтрации сигналов, сложной статистики, машинного обучения. В этом случае отсутствие кода, параметров и версий окружения делает результат принципиально невозпроизводимым при наличии исходных измерений. Инициативы вроде CODECHECK<sup>3</sup> предлагают практический механизм: независимую проверку того, что предоставленные автором вычислительные артефакты действительно воспроизводят ключевые таблицы и рисунки статьи (Nüst & Eglén, 2021). Для журналов метаинженерной направленности такая логика особенно релевантна: если заявляется переносимость и предсказуемость, то вычислительная цепочка должна быть проверяемой.

## Стандарты цитирования данных как элемент «индустриальной пригодности» публикаций

Пищевая метаинженерия, ориентированная на промышленную применимость, неизбежно сталкивается с необходимостью корректной идентификации источников данных: таблиц состава продуктов, баз нутриентов, справочников, корпоративных датасетов. Недавняя работа в области нутрициологии предложила Comprehensive Food Data Citation checklist<sup>4</sup> как попытку стандартизировать цитирование пищевых данных и сделать их происхождение прозрачным для авторов и рецензентов (Forester et al., 2023). Для метаинженерии этот вектор важен не только этически, но и инструментально: прослеживаемость данных — предпосылка оценки их качества и пригодности для принятия технологических решений.

<sup>1</sup> MIAPE (Minimum Information About a Microarray Experiment) — стандарт минимальной информации, необходимой для однозначной интерпретации и потенциального воспроизведения результатов экспериментов на микрочипах (геномика, транскриптомика). Включает описание сырья, дизайна эксперимента, протоколов гибридизации, нормализации и сырых/обработанных данных. Разработан FGED Society в 2001 году.

<sup>2</sup> MIAPE (Minimum Information About a Proteomics Experiment) — стандарт минимальной информации для описания протеомных экспериментов, обеспечивающий воспроизводимость и интерпретацию результатов. Охватывает экспериментальный дизайн, подготовку образцов, методы разделения/идентификации белков, масс-спектрометрию и обработку данных. Разработан Proteomics Standards Initiative (PSI) в 2007 году.

<sup>3</sup> CODECHECK — инициатива открытой науки по независимой проверке воспроизводимости вычислительных результатов научных статей. Кодчекер заново запускает предоставленный код и данные, подтверждая, что они воспроизводят ключевые фигуры/таблицы. Успешная проверка выдает сертификат «certificate of executable computation».

<sup>4</sup> Comprehensive Food Data Citation (CFDC) checklist — чек-лист для стандартизированного цитирования данных о составе пищевых продуктов (food composition data), обеспечивающий прозрачность происхождения, источника и контекста данных для повышения воспроизводимости исследований в области питания. Разработан на основе бенчмаркинга существующих стандартов цитирования данных; первый специализированный инструмент такого рода в пищевой науке. Предназначен как руководство для авторов, рецензентов и издателей (Forester et al., 2023; доступен интерактивно на <https://www.nutrientinstitute.org/cfdc>).

## Редакционная рамка: что разумно требовать «по умолчанию»

С учетом изложенного представляется оправданным минимальный, но строгий набор ожиданий к рукописям, позиционируемым как вклад в пищевую метаинженерию:

1. Заявление о доступности данных с понятными условиями доступа и ссылками на репозитории (Springer Nature, n.d.).
2. Доступность протоколов (в приложении или в версионизируемом репозитории), включая критические параметры процесса и пробоподготовки.
3. Структурированные метаданные о сырье и процессе как отдельный элемент статьи (таблица или стандартизированный раздел).
4. Вычислительный пакет (код/ноутбуки/скрипты, версии библиотек и ПО, параметры анализа), если выводы зависят от вычислений (National Academies

of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019; Nüst & Eglen, 2021).

5. Корректное цитирование и идентификация использованных пищевых данных, особенно при работе с таблицами состава и базами нутриентов (Forester et al., 2023).
6. Явное описание ограничений воспроизводимости, если данные/материалы не могут быть полностью раскрыты, с указанием причин и возможных процедур доступа (Nature Food Editorial Policies, n.d.).

Эта рамка не заменяет научной новизны и не гарантирует качества интерпретации. Однако она делает возможным главное: превращает публикации из единичных сообщений в элементы накопления переносимого знания. Для пищевой метаинженерии это и есть условие развития: дисциплина становится инженерной не тогда, когда использует сложные термины, а тогда, когда её результаты устойчиво воспроизводимы и повторно используемы.

## ЛИТЕРАТУРА

- Тихонова Е.В., & Косычева М.А. (2024). Политика журнала в отношении доступности данных: вызовы и возможности. *Health, Food & Biotechnology*, 6(4), 6–20. <https://doi.org/10.36107/hfb.2024.i4.s251>
- Baker M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Brazma, A., Hingamp, P., Quackenbush, J., Sherlock, G., Spellman, P., Stoeckert, C., Aach, J., Ansorge, W., Ball, C. A., Causton, H. C., Gaasterland, T., Glenisson, P., Holstege, F. C., Kim, I. F., Markowitz, V., Matese, J. C., Parkinson, H., Robinson, A., Sarkans, U., Schulze-Kremer, S., ... Vingron, M. (2001). Minimum information about a microarray experiment (MIAME) — Toward standards for microarray data. *Nature Genetics*, 29(4), 365–371. <https://doi.org/10.1038/ng1201-365>
- Forester, S., Jennings-Dobbs, E., & Burton-Freeman, B. (2023). Development of a Comprehensive Food Data Citation Standard: A Surprising Gap in the Nutrition Research Literature. *Current developments in nutrition*, 8(1), 102048. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2023.102048>
- Ioannidis J. P. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS Medicine*, 2(8), e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). *Reproducibility and replicability in science*. The National Academies Press.
- Nature Food Editorial Policies. (n.d.). *Reporting standards and availability of data, materials, code and protocols*. *Nature Food*.
- Nüst, D., & Eglen, S. J. (2021). CODECHECK: an Open Science initiative for the independent execution of computations underlying research articles during peer review to improve reproducibility. *F1000Research*, 10, 253. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51738.2>
- Springer Nature. (n.d.). *Data availability statements: Guidance for authors and editors*. Springer Nature.

- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J. W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., Gonzalez-Beltran, A., ... Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- Taylor, C. F., Paton, N. W., Lilley, K. S., Binz, P.-A., Julian, R. K., Jones, A. R., Zhu, W., Apweiler, R., Aebersold, R., Deutsch, E. W., Dunn, M. J., Heck, A. J. R., Leitner, A., Macht, M., Mann, M., Martens, L., Neubert, T. A., Patterson, S. D., Ping, P., ... Hermjakob, H. (2007). The minimum information about a proteomics experiment (MIAPE). *Nature Biotechnology*, 25(8), 887–893.

## REFERENCES

- Tikhonova, E.V., & Kosycheva, M.A. (2024). Journal data accessibility policies: challenges and opportunities. *Health, Food & Biotechnology*, 6(4), 6–20. (In Russ.) <https://doi.org/10.36107/hfb.2024.i4.s251>
- Baker M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452–454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Brazma, A., Hingamp, P., Quackenbush, J., Sherlock, G., Spellman, P., Stoeckert, C., Aach, J., Ansorge, W., Ball, C. A., Causton, H. C., Gaasterland, T., Glenisson, P., Holstege, F. C., Kim, I. F., Markowitz, V., Matese, J. C., Parkinson, H., Robinson, A., Sarkans, U., Schulze-Kremer, S., ... Vingron, M. (2001). Minimum information about a microarray experiment (MIAME) - Toward standards for microarray data. *Nature Genetics*, 29(4), 365–371. <https://doi.org/10.1038/ng1201-365>
- Forester, S., Jennings-Dobbs, E., & Burton-Freeman, B. (2023). Development of a Comprehensive Food Data Citation Standard: A Surprising Gap in the Nutrition Research Literature. *Current developments in nutrition*, 8(1), 102048. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2023.102048>
- Ioannidis J. P. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS medicine*, 2(8), e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019). *Reproducibility and replicability in science*. The National Academies Press.
- Nature Food Editorial Policies. (n.d.). *Reporting standards and availability of data, materials, code and protocols*. Nature Food.
- Nüst, D., & Eglen, S. J. (2021). CODECHECK: an Open Science initiative for the independent execution of computations underlying research articles during peer review to improve reproducibility. *F1000Research*, 10, 253. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51738.2>
- Springer Nature. (n.d.). *Data availability statements: Guidance for authors and editors*. Springer Nature.
- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J. W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., Gonzalez-Beltran, A., ... Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- Taylor, C. F., Paton, N. W., Lilley, K. S., Binz, P.-A., Julian, R. K., Jones, A. R., Zhu, W., Apweiler, R., Aebersold, R., Deutsch, E. W., Dunn, M. J., Heck, A. J. R., Leitner, A., Macht, M., Mann, M., Martens, L., Neubert, T. A., Patterson, S. D., Ping, P., ... Hermjakob, H. (2007). The minimum information about a proteomics experiment (MIAPE). *Nature Biotechnology*, 25(8), 887–893.

## ОБ АВТОРЕ

**Рябова Анастасия Евгеньевна**, доктор технических наук, заместитель директора по образованию, старший научный сотрудник лаборатории технологий молочных продуктов Федерального государственного автономного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (115093, Российская Федерация, г. Москва, ул. Люсиновская, д. 35, корп. 7), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5712-2020>, Scopus ID: 56496797800, Researcher ID: R-8359-2018, SPIN-код: 8425-8422, [a\\_ryabova@vnimi.org](mailto:a_ryabova@vnimi.org)

## ABOUT THE AUTHOR

**Ryabova Anastasia Evgenievna**, Dr. Sci. (Eng.), Deputy Director for Education, Senior Researcher of the Laboratory of Dairy Product Technologies at the All-Russian Dairy Research Institute (115093, Russian Federation, Moscow, Lyusinovskaya street, 35, bld. 7), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5712-2020>, Scopus ID: 56496797800, Researcher ID: R-8359-2018, SPIN-code: 8425-8422, [a\\_ryabova@vnimi.org](mailto:a_ryabova@vnimi.org)