[file:///C:/Users/lenovo/AppData/Local/Temp/7zO4B33AB69/1-s2.0-S030691921730982X-main.pdf](file:///C%3A/Users/lenovo/AppData/Local/Temp/7zO4B33AB69/1-s2.0-S030691921730982X-main.pdf)

БУДУЩЕЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ПИТАНИЯ – В ПОИСКАХ ВЗАИМОВЫГОДНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И КОМПРОМИССОВ

Kalliopi Mylonaa, Petros Maragkoudakisa, Ladislav Mikob, Anne-Katrin Bocka, Jan Wollgasta, Sandra Caldeiraa, Franz Ulbertha,

Европейская Комиссия, Генеральный директорат Объединенного Исследовательского Центра (ОИЦ), 1049 Брюссель, Бельгия

Европейская комиссия, Генеральный директорат по Здравоохранению и Безопасности Пищевых Продуктов, 1049 Брюссель, Бельгия

**Аннотация.** Возможные последствия глобальных тенденций, таких как климатические изменения и нехватка ресурсов для обеспечения продовольственной безопасности занимают лидирующие позиции в политической повестке дня. Пока аспект достаточного количества продукции для продовольственной безопасности занимает главное место, будущее безопасности товаров и качества питания кажется само-собой разумеющимся. Данное исследование является прогнозом ситуации безопасности продовольственной продукции и питания в Европейском Союзе на период до 2050 года для выявления потенциальных будущих проблем для продуктовой политики. Увеличивающееся производство продуктов при использовании меньшего количества ресурсов и сокращение количества пищевых отходов при сохранении безопасности пищевых продуктов – лишь два примера. Для преодоления будущих проблем, пищевой промышленности будут необходимы инновации разных уровней. Быстрое внедрение технологий и запуск новых товаров, ориентированных на пищевую промышленность, могут оказать давление на возможность обеспечивать своевременную оценку рисков, объем которых также может потребовать охвата других законных факторов. Будущая политика в области пищевых продуктов нуждается в большей чувствительности к воздействию на аспекты безопасности пищевых продуктов, питания и здоровья. Необходимо применять целостный подход к продовольственным системам, чтобы заранее выявлять, обсуждать и решать возможные проблемы на систематической и прозрачной основе.

**Ключевые слова.** Безопасность продуктов питания, Продовольственная безопасность, Прогнозы, Торговые проблемы, Готовность, Торговые операции.

1. **Введение.**

Один из ключевых вопросов, стоящих на пороге этого столетия, заключается в том, как обеспечить безопасность поставок достаточного количества экологически устойчивых, питательных, безопасных и доступных для всех продуктов питания. Продовольственная безопасность («нулевой голод») занимает очень высокое место среди недавно согласованных 17 Целей в области Устойчивого Развития (ЦУР) и тесно связана с рядом других ЦУР (Соединенные Нации, 2015). Обеспечение продовольственной безопасности и устойчивой агропродовольственной системы – достаточно сложная задача, учитывая последствия климатических изменений, необходимость сокращения выбросов парниковых газов и сохранения ключевых ресурсов, имеющих особое значение для взаимосвязи вода-энергия-еда. Рост общей численности населения и переход в странах с формирующейся рыночной экономикой к диетам преимущественно животного происхождения оказывают дополнительное давление на обеспечение достаточного производства продуктов питания (Alexandratos and Bruinsma, 2012). Мы видели, как разрушительные геополитические события, такие как экономический кризис 2008 года или запрет Евросоюза, касательно России в 2015 году, который привел к сокращению экспорта агропродовольственной продукции Евросоюза в Россию на 43%, имели драматические последствия как для производителей, так и для потребителей продуктов питания. (Щепански, 2015). Кроме того, такие недавние события, как выход Великобритании из Евросоюза, и возможные последствия для обеих сторон, демонстрируют необходимость учитывать неопределенность при разработке политики.

Хотя доступ к «безопасной» и «питательной» пище является неотъемлемой частью определения продовольственной безопасности, большинство исследований фокусируются на том, как обеспечить «достаточность» этого определения. Можно утверждать, что причиной этого является высокий уровень безопасности пищевых продуктов в развитых регионах в настоящее время. В частности, Евросоюз гордится своей законодательной базой безопасности пищевых продуктов, которая считается одной из самых передовых в мире. Это достигается с помощью научного анализа рисков на основе принципа предосторожности и институционального разделения оценки рисков, управления и коммуникации. Но даже в этой среде случайный продовольственный «кризис», такой как немецкая вспышка EHEC O104: H4 (Институт Роберта Коха, 2011), обнаруживает уязвимости системы. Можно также утверждать, что обеспечение продовольственной безопасности, качества питания, разнообразия и баланса продуктов питания и рациона, а также основополагающих социальных, природных и экономических детерминант, не получают того внимания, которого они заслуживают в исследованиях по продовольственной безопасности, поскольку аспект достаточности представляется более актуальным. Более того, изобилие продуктового предложения и почти неограниченный доступ к большому разнообразию питательных и качественных продуктов питания в большинстве развитых стран приводят к искаженному мнению о том, что каждый человек должен принимать правильные решения и добиваться успеха в жизни и здоровье. Обеспечение доступности питательной пищи не означает автоматическое соблюдение правильного питания всем населением Земного шара (Butland et al., 2007). Несмотря на ряд инициатив и планов по продвижению более здоровых диет и профилактики хронических заболеваний (Группа Высокого Уровня Питания и Физической активности, 2014 г; Всемирная Организация Здравоохранения, 2014 г.), достижению целевых показателей в области здравоохранения, например, определенных в Глобальной системе мониторинга ВОЗ по неинфекционным заболеваниям 2025 г. (Всемирная организация здравоохранения, 2015), оказывается затруднительным уже сегодня.

Чтобы пролить свет на возможные будущие проблемы, мы проанализировали, может ли нормативно-правовая база Евросоюза в области безопасности и питания пищевых продуктов обеспечить «безопасные продукты» и «хорошее питание» на период до 2050 года (Mylona et al., 2016 ). Все движущие силы изменений (глобальная торговля, структура агропродовольственной цепи, внедрение технологий, социальная сплоченность, продовольственные ценности, изменение климата, истощение природных ресурсов и рост населения мира) были объединены для создания четырех вероятных альтернативных и будущих сценариев (Mylona et al. ., 2016). Несмотря на то, что исследование было направлено на информирование управленческих структур Евросоюза и является дополнением к недавней Фитнес проверке Генерального Закона о Продуктах питания (Регламент (ЕС) № 178/2002), его выводы актуальны практически для каждой юрисдикции.

Мы определили несколько напряженных точек, где управление или меры, направленные на повышение безопасности пищевых продуктов и рациона населения, а также изобилия продуктов, конфликтуют друг с другом. Мы пришли к выводу, что для выявления и предварительного обсуждения такой напряженности необходимо применять целостный подход к продовольственным системам, чтобы найти компромисс между не менее важными аспектами продовольственной системы и принять компромиссы систематичным и справедливым образом. Помимо торговых соглашений, такой подход может также выявить синергизм в различных областях политики и привести к беспроигрышным сценариям. Эта статья предлагает мировым лидерам мысли критически отнестись к некоторым из них.

**2. Снижение безопасности пищевых продуктов для достижения достаточного количества?**

Системы интенсивного производства взлетели под давлением увеличения урожайности. Этому также способствовало постоянная концентрация пищевой промышленности на более крупных предприятиях и экономия от масштаба для снижения издержек производства. В случае продолжения этой интенсификации и индустриализации, обусловленных ростом населения и урегулированием потерь, вызванных ухудшением климата, может возникнуть много проблем.

Помимо биоразнообразия и экологических последствий использования ограниченного числа высокоурожайных видов или сортов в интенсивном сельском хозяйстве, сами эти культуры также более подвержены болезням и вредителям. Удобрения должны поставляться регулярно, чтобы обеспечить необходимую высокую урожайность, а их поставка и доступ к ним также конечны и сложны. Возьмите фосфат (P) в качестве примера; количество доступной высококачественной фосфатной породы очень низко и быстро уменьшается; риски для здоровья животных и человека связаны с использованием низкокачественных P-удобрений, содержащих разное количество опасных тяжелых металлов, таких как мышьяк, кадмий и свинец (Jiao et al., 2012). Аналогичным образом, все более широкое использование противомикробных препаратов в животноводстве для предотвращения распространения болезней привело к развитию стойких животных и зоонозных патогенов. Эта стойкость может поставить под угрозу эффективность лечения антибиотиками при различных заболеваниях человека (ECDC / EFSA / EMA, 2015). Тем не менее, ожидается, что глобальное потребление противомикробных препаратов в животноводстве к 2030 году вырастет на 67% из-за растущего числа разводимых животных и постоянного перехода к интенсивным системам земледелия (Van Boeckel et al., 2015). Все эти вопросы требуют внимательного рассмотрения.

Например, ограничение устойчивости к противомикробным препаратам уже является приоритетом во всем мире (Всемирная организация здравоохранения, 2015b), а также в Евросоюзе (Европейская комиссия, 2017). Предпринятые или только обсуждаемые действия включают запрет на использование противомикробных кормовых добавок, переосмысление применяемой в настоящее время системы животноводства, усиление профилактики, использование альтернативных методов лечения, надзор и сотрудничество на международном уровне.

**3. Расширение ограничений для обеспечения безопасности пищевых продуктов - подрыв местной продовольственной обеспеченности?**

Несмотря на то, что усилия по увеличению производства продуктов питания, описанные выше, скорее всего, будут продолжаться, было подсчитано, что во всем мире, по крайней мере, треть произведенной пищи расходуется впустую (FAO, 2011). Это критически важный вопрос, который направляется в Цели в области Устойчивого Развития (ЦУР), а также Евросоюз, с переходом к круговой экономике, в которой сокращение отходов, переработка и повторное использование находятся в центре внимания. Технологические инновации, такие как интеллектуальная упаковка (индикаторы времени и температуры, индикаторы свежести), могут помочь участникам цепочки поставок оптимизировать логистику для сокращения отходов на других этапах пищевой цепи. На уровне потребителей можно сделать больше, поскольку, по крайней мере, в Евросоюзе более половины пищевых отходов происходит на уровне домашних хозяйств (Stenmarck et al., 2016). Здесь тоже может быть напряженность; население и индивидуальные знания имеют решающее значение для сокращения пищевых отходов без ущерба для безопасности пищевых продуктов. Помимо потребителей, меры, связанные с безопасностью пищевых продуктов, не должны накладывать ненужного бремени на производителей продуктов питания, участников производственной цепи, торговлю и, в конечном итоге, на продовольственную безопасность. Максимально низкие уровни остаточных и загрязняющих веществ обеспечивают высокий уровень безопасности пищевых продуктов, но могут быть связаны с пищевыми отходами и проблемами продовольственной безопасности на местном уровне, «законно» ограничивая доступность продуктов питания. Придет ли время, когда такие уровни «отходов» станут неприемлемыми и торговые вопросы будет необходимо обсуждать?

Что касается переработки и сокращения отходов в целом, то стоит отметить, что (повторное) введение либо пищевых, либо неорганических продуктов в пищевую цепочку может также привести к проблемам с безопасностью пищевых продуктов, и опять-таки необходимо найти баланс. Вспышка губчатой ​​энцефалопатии крупного рогатого скота является хорошим напоминанием о непредвиденных последствиях такого рода. Региональные продовольственные системы, основанные на круговой экономике и самодостаточности, где ниши производства и переработки пищевых продуктов «сделай сам» могут быть более широко распространены, представляются более уязвимыми в этом отношении. Эта нишевая реальность действительно может расти дальше, вызываемая такими факторами, как рост цен на продукты питания или тенденции в отношении региональных или органических продуктов. В таком сценарии акцент должен быть сделан на информирование о связанных рисках и предоставлении образования и руководства по наилучшей практике для этих «полупрофессионалов», а также, может потребоваться пересмотр официального контроля.

С другой стороны, новые технологии, ингредиенты и продукты могут способствовать поддержанию конкурентоспособности системы и обеспечению ее устойчивости во времена нехватки ресурсов. Однако они могут таить в себе новые риски для безопасности пищевых продуктов. Риски также могут возникать в результате розничной торговли продуктами питания (электронная и мобильная коммерция) и фальсификации продуктов питания. Быстрое внедрение технологий может поставить под сомнение способность эффективно и своевременно оценивать риски. Применение принципа предосторожности может в конечном итоге привести к задержкам в утверждении новых технологий и продуктов для использования в Евросоюзе. Создание механизмов обеспечения готовности, которые можно было бы использовать для упрощения одобрения продукции в чрезвычайных ситуациях, может быть полезным для обеспечения достаточного количества продуктов питания.

**4. Может ли скептицизм потребителей поставить под угрозу инновации и продовольственную обеспеченность?**

Несмотря на то, что тщательная оценка рисков, несомненно, основана на передовых исследованиях, необходимо уделять больше внимания другим законным факторам - социально-экономическим и этическим аспектам, необходимых для оценки новых технологий и, что наиболее важно, вовлечения граждан. В дополнение к законной необходимости удовлетворения граждан этими вопросами до использования новых продуктов питания или технологий существует тревожная тенденция недоверия к науке. Такой скептицизм по поводу влияния различных технологий может остановить внедрение многообещающих инноваций, даже если безопасность вообще не поставлена под угрозу, только если на начальном этапе процесса не требуется прозрачность и вовлечение граждан.

 Это может быть достигнуто путем применения концепции Ответственных Исследований и Инноваций (RRI), которая предусматривает (все еще развивающийся) подход обеспечения социальной желательности исследований и инноваций. В частности, прямое участие граждан на всех этапах исследование является важным элементом. Несмотря на то, что эта концепция включена и продвигается в государственных исследованиях (например, финансируемые проекты Евросоюза, такие как «Engage 2020», «RRI Tools», «INPROFOOD» или «CIMULACT», концепция RRI все еще нуждается в дальнейшей интеграции в корпоративное управление (Stahl et al., 2017). Пищевая промышленность также определила вовлечение граждан в инновации и производство продуктов питания в качестве важной задачи для решения (Европейская Технологическая Платформа (ETП) «Пища для жизни», 2016). В настоящее время разрабатываются и применяются различные уровни участия граждан: начиная от диалогов и консультаций до активного вклада (например, сбор данных с помощью социальных опросов), сотрудничества (например, анализ данных, уточнение дизайна проекта) до совместного создания проектов (например, граждане участвуют во всех этапах исследовательского проекта) (Фигейредо Наскименто и др., 2016 г.). Вероятно, граждане также могут поддержать оценку рисков и пострыночный мониторинг, собирая и обмениваясь данными об использовании и влиянии пищевых продуктов (Mylona et al., 2016). Эти подходы, организованные исследователями или экспертами, все чаще дополняются инициативами «снизу вверх», охватывающими самоорганизующуюся самостоятельную науку, финансируемую людьми, хакерскими сообществами или потрясающими лабораториями (Bauer et al., 2016).

Эти концепции могут также помочь в разработке инновационных решений для управления множеством легкодоступной, но часто вводящей в заблуждение, фактически неправильной или противоречивой информации о безопасности пищевых продуктов и питании, которая будет необходима для решения будущих проблем, связанных с отсутствием продовольственной безопасности.

**5. Могут ли инновации в области питания и здоровья поставить под угрозу безопасность пищевых продуктов?**

Растущее доминирование продуктов с высоким содержанием жиров, сахара и соли и сокращение потребления свежих продуктов бросают вызов «питательному» свойству нашей диеты. В сочетании с перекусами, связанными с плотным графиком и все более сидячим образом жизни, диеты имеют разрушительные последствия для здоровья, и количество болезней, связанных с диетами и образом жизни, в будущем может значительно возрасти. Кроме того, последствия изменения климата в ближайшие годы могут еще больше осложнить доступность свежих продуктов, особенно в самодостаточных системах. Как это ни парадоксально, но стремление к здоровой диете широко распространено, а продукты питания, обещающие пользу для здоровья, в изобилии. Будущее может оказаться еще более креативным, например, с «медикализацией» продуктов. Проблемы все также могут возникнуть, если люди будут потреблять коктейли из питательных веществ и нутрицевтиков сверх рекомендаций, возможно, даже вместе с фармацевтическими препаратами в контексте персонализированного питания и персонализированной медицины. Нормативная база может быть необходима для продуктов, которые выходят за рамки действующего законодательства Евросоюза о требованиях к питанию и здоровью или в аналогичных правовых документах по всему миру.

**6. Возможное будущее**

Области, где возможно найти компромиссы, дают представление о взаимосвязанности и сложности, присущих продовольственной системе. Они демонстрируют необходимость учитывать будущие проблемы в рамках продовольственной системы с учетом всех аспектов продовольственной безопасности. Координация и согласованность между различными политиками имеет большое значение; Из этих дискуссий вытекают связи между сельскохозяйственной, продовольственной, пищевой и экологической политикой, но существует много других, например, образование, социальная политика, трудоустройство населения и финансовая политика. По мере того, как растет осознание текущих недостатков (глобальной) продовольственной системы, что, возможно, усугубляется будущими проблемами, призывы к более подходящему, всеобъемлющему подходу получают поддержку, будь то подход системного мышления, комплексная (общая) продовольственная политика Евросоюза или комбинация обоих (например, IPES-Food, 2017; FAO и WHO, 2014; Hawkes et al. , 2012; van't Veer et al., 2017).

Наши результаты решительно поддерживают идею о том, что будущие исследования и политика должны быть комплексными и более чувствительными к аспектам безопасности продуктов и питания. Это будет иметь ключевое значение для обеспечения безопасности питания и здорового образа жизни при одновременном обеспечении продовольственной обеспеченности и устойчивости производства безопасных и пригодных к употреблению продуктов питания на нашем пути дом 2050 года. Это не всегда приводит к обоюдному выигрышу; сотрудничество между всеми заинтересованными сторонами в пищевой цепи и хорошо информированными и заинтересованными гражданами будет необходимо для поиска компромиссов и получения выгод. Политики от местного до глобального уровня в различных областях политики будут играть важную роль. Они могут предоставить срочно необходимые рамки и пространства для того, чтобы эти дискуссии были успешными. Пробелы существуют во многих случаях - межминистерские / секторальные группы, форумы заинтересованных сторон, круглые столы, потребительские группы, громкие неправительственные организации - но их все равно нужно укреплять еще лучше. На уровне Евросоюза, Пакет Лучшего Регулирования Евросоюза (Европейская комиссия, 2015 г.) подчеркивает необходимость внесения своего вклада гражданами и заинтересованными сторонами в процесс разработки политики и законодательства.

Исследования должны быть более сопричастными и обширными, а также должны учитывать междисциплинарность на всех этапах исследования, от планирования (оценки предложений), до публикации и распространения.

Только когда исследования и политика будут охватывать всю сложность продовольственной (ых) системы (систем), мы сможем перейти к будущей продовольственной политике, которая позволит нам встать на правильный путь достижения продовольственной безопасности.

**Дисклеймер**

Мнения, выраженные здесь, принадлежат авторам и не обязательно отражают точку зрения Европейской комиссии.

**Подтверждения**

Это исследование не получало какого-либо специального гранта от финансирующих учреждений в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах. Анастасия Ливаниу, Альбино Маджо, Жоана Соуза Лоуренсо и Мария Василоглу (все из JRC) участвовали в различных этапах исследования.

**Keywords:** Food safety Nutrition Foresight Challenges Preparedness Trade-oﬀs

**ABSTRACT**

The possible implications of global trends such as climate change and resource scarcity on food security are high on the political agendas. While the food suﬃciency aspect of food security takes centre-stage, the future of food safety and nutritional quality of diets often seems to be taken for granted. This paper builds on the results of a foresight study on EU food safety and nutrition towards 2050 to discuss potential future points of tension for food policy. Increasing food production while using fewer resources and reducing food waste while ensuring food safety are just two examples. Innovation at diﬀerent levels in the food system will be needed to address future challenges. Fast technology uptake and the launch of new food-related products can put pressure on the ability to deliver timely risk assessments, the scope of which might also need to cover other legitimate factors. Future food policies need to be more sensitive to impacts on food safety and nutrition and health aspects. A holistic food systems approach must be taken to identify and discuss in advance possible tensions and trade-oﬀs and to address them upfront in a systematic and transparent manner.

**1. Introduction**

One of the key questions dominating the turn of this century is how to secure the supply of suﬃcient, environmentally sustainable, nutritious, safe and accessible-to-all food. Food security ('zero hunger') features very high among the recently agreed 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and is intimately linked to several other SDGs (United Nations, 2015). Ensuring food security and a sustainable agro-food system is not an easy task, given the impacts of climate change and the need to reduce greenhouse gas emissions and to preserve key resources of particular importance for the water-energy-food nexus. The increasing global population and the transition in emerging market economies towards diets of predominantly animal origin, put additional pressure on ensuring suﬃcient food production (Alexandratos and Bruinsma, 2012). We have seen how disruptive events and geo-political developments such as the 2008 economic crisis or the 2015 EU/Russian embargo, which resulted in a 43% decrease of EU agri-food exports to Russia, had dramatic consequences for both food producers and consumers (Szczepanski, 2015). In addition, recent developments such as the decision of the United Kingdom to leave the European Union and the repercussions this may bring to both parties, demonstrate the need to take into account uncertainty in policy design.

While access to “safe” and “nutritious” food is integral in the deﬁnition of food security, most studies focus on how to ensure the “sufﬁciency” requirement ofthis deﬁnition. It canbe argued that thereason for this is the high level of food safety currently enjoyed in developed regions. The EU in particular takes pride in its food safety legislative framework, which is seen as one of the most advanced in the world. This is achieved through science-based risk analysis based on the precautionary principle and an institutional separation of risk assessment, management and communication. But even in this environment, the occasional food 'crisis' such as the German EHEC O104:H4 outbreak (Robert Koch Institut, 2011), unearths the vulnerabilities of the system. One may also argue that ensuring safety, nutritional quality, variety and balance of foods and diets as well as the underlying social, environmental and economic determinants, do not receive the attention they deserve in food security studies, as the suﬃciency aspect appears to be more pressing. Moreover, the abundant food oﬀer and almost unrestricted access to a large variety of nutritious quality foods in most of the developed countries, result in the skewed view that it is up to the individual to make the right decisions and succeed in life and health. Making nutritious food available does not automatically lead to population-wide healthy diets (Butland et al., 2007). Despite a series of initiatives and action plans towards the promotion of healthier diets and prevention of chronic diseases (High Level Group on Nutrition and Physical activity, 2014; World Health Organisation, 2014), achieving health targets such as those deﬁned in the WHO Noncommunicable Diseases Global Monitoring Framework 2025 (World Health Organization, 2015a) proves to be diﬃcult already today. To shed light on possible future challenges, we have analysed whether the EU’s regulatory and policy framework in the areas of food safety and nutrition can ensure “safe food” and “good nutrition” as we look ahead to 2050 (Mylona et al., 2016). Drivers of change (global trade, agro-food chain structure, technology uptake, social cohesion, food values, climate change, depletion of natural resources and world population growth) were combined to create four alternative, plausible and challenging future scenarios (Mylona et al., 2016). While the study was intended to inform EU policies and to complement the recent Fitness Check oftheGeneral Food Law (Regulation (EC)No 178/2002), its conclusions are of relevance for almost every jurisdiction. We identiﬁed several points of tension where policies or interventions that aim to improve food safety, the diets of populations or food suﬃciency conﬂict with each other. We conclude that a holistic food systems approach must be taken to identify and discuss in advance such tensions, in order to ﬁnd a compromise between equally important aspects of the food system and accept trade-oﬀs in a systematic and transparent manner. And beyond trade-oﬀs, such an approach could also identify synergies in diﬀerent policy areas and lead to win-win scenarios. This opinion paper invites global thought leaders to critically reﬂect on some of these.

**2. Compromising food safety for achieving suﬃciency?**

Intensive production systems have soared under the pressure to increase yield. This has been further facilitated by the continuous concentration of the food industry into bigger entities and the economies of scale to reduce production costs. Should this intensiﬁcation and industrialisation continue – driven by population growth and oﬀsetting losses caused by a worsening climate – many issues may arise. Beyond the biodiversity and environmental eﬀects of the use of a limited number of high-yield species or varieties in intensive farming, these crops themselves are also more susceptible to disease and pests. Fertilisers must be supplied regularly to ensure the necessary high crop yield and the supply and access to these is also ﬁnite and complex. Take phosphate (P) as an example; the amount of accessible high quality phosphate rock is low and diminishing fast; risks to animal and human health are associated with the use of low quality P-fertilisers containing worrying levels of heavy metals such as arsenic, cadmium and lead (Jiao et al., 2012). Similarly, the increasing use of antimicrobials in animal farming to prevent the spread of diseases has led to the development ofresistant animalandzoonotic pathogens. Thisresistance may even compromise the eﬀectiveness of antibiotic treatments for diﬀerent human diseases (ECDC/EFSA/EMA, 2015). The global consumption of antimicrobials in livestock farming is nonetheless projected to rise by 67% by 2030, due to the growing number of animals raised and the continuous shift towards intensive farming systems (Van Boeckel et al., 2015). All these issues need to be looked at closely. Curbing antimicrobial resistance, for example, is already a priority globally (World Health Organization, 2015b) and in the EU as well (European Commission, 2017). Actions taken or being discussed include banning the use of antimicrobial feed additives, rethinking the currently practiced animal husbandry system, enhancing prevention, use of alternative treatments, surveillance and cooperation at international level.

**3. Stretching the limits to ensure food safety - compromising local food suﬃciency?**

Yet, while eﬀorts to increase food production asdescribed above are most likely to continue, it has been estimated that, worldwide, at least one third of the food produced is wasted (FAO, 2011). This is a crucial issue that is being addressed through the SDGs and also in the EU, with a shift towards a circular economy that has placed waste reduction, recycling and reuse at centre-stage. Technological innovation such as intelligent packaging (time-temperature indicators, freshness indicators) can help supply chain operators to optimise logistics to reduce waste in other steps of the food chain. More can be done at consumer level, as, at least in the EU, more than half of food waste originates at household level (Stenmarck et al., 2016). There may be tensions here too though; population and individual knowledge are crucial for reducing food waste without compromising food safety. And beyond consumers, food and feed safety-related measures should not be placing unnecessary burden on food producers, food chain operators, trade and eventually on food security. Low maximum levels for residues and contaminants ensure a high level of food safety but could be linked to food waste and food security issues at a local level by “legally” limiting the availability of food. Will a time come when such levels of “waste” become unacceptable and trade-oﬀs need to be discussed? In what regards recycling and waste reduction more generally, it is worth noting that(re-)introduction of either food or organic side stream products in the food chain may also lead to food and feed safety concerns and again a balance must be sought. The Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) outbreak is a good reminder of this kind of unintended consequences. Regional food systems, based on a circular economy and self-suﬃciency, where 'do-it-yourself' food production and processing niches may be more widespread, appear more vulnerable in this regard. This niche reality may indeed grow further, triggered by factors such as rising food prices or trends for regional or organic products. In such a scenario, emphasis must be placed on the communication of associated risks and the provision of education and best practice guidance to these “prosumers”, and oﬃcial controls may need to be revisited. On the other hand, novel technologies, ingredients and products can contribute to keeping the system competitive and make it sustainable in times of resource scarcity. However, they could harbour new food safety risks. Risks can also arise from the way food is retailed (e- and mcommerce) and food adulteration. Fast technology uptake can challenge the ability to perform eﬃcient and timely risk assessments. Applying the precautionary principle can eventually cause delays in the approval of novel technologies and products for use in the EU. Establishing preparedness mechanisms that could be used to facilitate product approval in emergency situations could be beneﬁcial for ensuring food suﬃciency.

**4. Can consumer scepticism compromise innovation and food suﬃciency?**

While rigorous assessment of risks are undoubtedly based on the best science, more emphasis on other legitimate factors such as socioeconomic and ethical aspects is needed in order to assess new technologies and, most importantly, involve citizens. In addition to a legitimate need for citizens to be satisﬁed about these issues before accepting novel foods or technologies, there is currently a worrying trend towards distrusting science. Such scepticism about the impact of different technologies could prevent the uptake of promising innovations, even though safety may not be compromised at all, unless transparency and citizen engagement is sought early on in the process. This could be achieved by applying the Responsible Research and Innovation (RRI) concept1 which provides for a (still developing) approach to ensure that research and innovation is socially desirable. In particular the direct involvement of citizens throughout all stages of research is an important element. While the concept is being included and advanced in public research (e.g. EU funded projects such as Engage 2020,2 RRI Tools,3, INPROFOOD4 or CIMULACT,5 the RRI concept still needs to be further integrated into corporate management (Stahl et al., 2017). However, also the food industry has identiﬁed the involvement of citizens in food innovation and production as an important challenge to tackle (European Technology Platform (ETP) “Food for Life,” 2016). Diﬀerent levels of citizen engagement are currently developed andapplied, ranging fromdialogues and consultations to active contributions (e.g. data collection via crowd sourcing), collaboration (e.g. analysing data, reﬁning the project design) to co-creation of projects (e.g. citizens being involved in all steps of the research project) (Figueiredo Nascimento et al., 2016). Conceivably, citizens could also support risk assessment and post-market monitoring by collecting and sharing data on the use and eﬀects of food products (Mylona et al., 2016). These approaches, organised by researchers or experts, are increasingly complemented by bottom-up initiatives, encompassing self-organised do-it-yourself science by crowd-funded initiatives, hacker communities or fab labs (Bauer et al., 2016). These concepts might also help in developing innovative solutions for managing the plethora of easily accessible but often misleading, factually-wrong, or conﬂicting information on food safety and nutrition, which will be necessary for dealing with future food insecurity situations.

**5. Andcouldinnovationfornutritionandhealthcompromisefood safety?**

The increasing dominance of foods high in fat, sugar and salt and the decreased consumption of fresh produce challenge the “nutritious” attribute of our diet. Combined with snacking behaviour associated with busy schedules and increasingly sedentary lifestyles, diets are having devastating health consequences and the burden of disease attributable to diets and lifestyle may well increase further in the future. Furthermore, the impacts of a changing climate in the coming years may put further strain on the availability of fresh produce, in particular in self-suﬃcient systems. Paradoxically as it may seem, the desire for a healthful diet is pervasive and food products promising health beneﬁts abound. The future may prove even more creative, e.g. with “medicalisation” of foods. Concerns may arise though, if individuals consume cocktails of nutrients and nutraceuticals in excess of recommendations, possibly even together with pharmaceuticals within the context of personalised nutrition and personalised medicine. A regulatory framework may be needed for products that fall outside the current nutrition and health claims legislations in the EU or in similar legal frameworks around the globe.

**6. A possible future**

The areas identiﬁed for possible trade-oﬀs give an indication for the interlinkages and complexities inherent to the food system. They showcase the need to consider the upcoming challenges within the food system, taking into account all aspects of food security. Co-ordination and coherence between diﬀerent policies is essential; the links between agricultural, food and nutrition or environmental policies are clear from these discussions but many others exist, e.g. to education, social, employment and ﬁscal policies. As awareness of the current failings of the (global) food system grows, possibly exacerbated by future challenges, the calls for a more appropriate, comprehensive approach gain ground, be it a systems thinking approach, a comprehensive (common) EU food policy or a combination of both (e.g. IPES-Food, 2017; FAO and WHO, 2014; Hawkes et al., 2012; van’t Veer et al., 2017). Our ﬁndings strongly support the notion that future research and policies need to be integrative and more sensitive to impacts on food safety and nutrition aspects. This will be key to achieve nutrition security and healthy lifestyles while ensuring suﬃciency and sustainability of production of safe and aﬀordable foods on our way towards 2050. This may not always result in a win-win outcome; collaboration between all stakeholders in the food chain and well-informed and engaged citizens will be indispensable to ﬁnd compromises and secure beneﬁts. Policy makers from local to global level and across the different policy areas will have an important role to play. They can provide the urgently needed frameworks and spaces for these discussions to ﬂourish. The spaces exist in many instances – inter-ministerial/sectoral groups, stakeholder fora, roundtables, consumer groups, vocal NGOs- butneedto bestrengthened andmoreinclusive. AttheEU level, the EU Better Regulation Package (European Commission, 2015), for example, emphasizes strongly the need for citizens and stakeholders to contribute throughout the policy and law‑making process. Researchtooneedsmoreinclusivityandawiderreach,alsointerms ofinterdisciplinarity at allstagesofresearch,fromplanning (evaluation of proposals) to publication and dissemination. Onlywhenresearchandpoliciesembracethecomplexityofthefood system(s) we will be able to move towards future food polices that will put us on the right track for achieving food security.

**Disclaimer**

The views expressed here are those of the authors and do not necessarily reﬂect the views of the European Commission.

**Acknowledgements**

This research did not receive any speciﬁc grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-proﬁt sectors. Anastasia Livaniou, Albino Maggio, Joana Sousa Lourenço and Maria Vasiloglou (all JRC) contributed to diﬀerent stages of the study.