

有机食品的营养品质 —— 一篇系统综述

Alan D Dangour, Sakhi K Dodhia, Arabella Hayter, Elizabeth Allen, Karen Lock
和 Ricardo Uauy 著

国际植物营养研究所成都代表处 谢玲译 涂仕华校

资料来源: *American Journal of Clinical Nutrition* 2009, 90: 680-685.

Dangour 的通讯地址是: 英国伦敦 Keppel 街 伦敦卫生和热带医学院, 流行病和公众健康系, 营养和公众健康干预研究室。邮编 WC1E 7HT。E-mail: alan.dangour@lshtm.ac.uk

摘要

背景: 尽管消费者对有机生产食品的需求日益增长, 但是我们还缺乏对其营养品质系统评价的信息。

目的: 根据已有关于有机食品与常规食品养分含量的文献报道, 定量评估二者的营养差异。

设计: 我们系统查询了 1958 年 1 月 1 日至 2008 年 2 月 29 日 50 年期间的公众媒体(PubMed)、科学网和美国化学文摘(CAB), 接触了行业专家, 人工检索了这一专题的书目。我们在分析中还包括了那些通过同行评审并有英语摘要的文章, 只要它们含有比较有机食品和常规食品养分含量的内容。有两个作者专门负责提取研究论文的特性、质量和数据。其分析工作主要限制在报告中出现最多的养分上。

结果: 从得到的 52471 篇文章中, 我们确认了 162 个研究 (137 种作物和 25 个畜产品), 55 个研究质量令人满意。分析中, 只使用了那些质量满意的研究。常规方式生产的作物含氮量明显偏高, 而有机方式生产的作物含磷量和可滴定酸明显偏高。在 11 类作物养分中, 余下的 8 类未发现任何差别。根据非常有限的畜产品数据库分析, 也没发现常规方式生产和有机方式生产的畜产品在营养成分含量上有任何差别。

结论: 根据质量满意研究的系统评估, 常规食品与有机食品之间的养分品质没有差别。检测到的细小养分含量差异在生物学上是存在的, 并通常与生产方式相关。

引言

人们对有机食品的需求正不断增长。2007 年英国有机食品市场交易额估计为 20 亿英镑, 比 2005 年增长 22%^[1], 全球有机食品市场交易额约为 290 亿英镑^[2]。有机食品是依据特定标准生产, 并与其他措施结合, 限制作物生产中使用化学制品以及动物生产中使用药物, 强调把对环境的影响降至最低^[3, 4]。以前所作的非系统评估认为, 有机食品比常规食品更富营养^[5-7], 但这种观点前后不一致^[8, 9]。到目前为止, 还未看到关于对此主题的系统评估而公开发表的文献。

在所有的天然产品中, 其养分和其它相关营养物质的组成迥然不同^[10]。即使是同一种作物的不同栽培种, 其养分组成也不同, 因为这受控于化肥和杀虫剂的使用方法、生长条件、生长季节和其他因素。同样, 畜产品的养分组成也受牲畜的年龄和品种、饲养方法和饲养季节的影响。在食品被端上消费者餐桌之前, 养分含量的内在变异可能受贮存、运输和烹饪的影响 (参见网上“附录”中附图 1)。了

解到影响作物产品和畜产品养分变化的因素，对设计和解释有机食品与常规食品在养分含量上存在差异的研究结果非常重要。

尽管目前并还没有证据说明不同农业措施生产的食品在养分成分上存在差别，但是消费者似乎很乐意支付高价钱来购买有机食品，这仅仅是凭他们的感觉：有机食品更健康、营养^[11, 12]。根据现有证据确定有机食品的养分，就能有根有据地宣布有机食品含有的和潜在的营养成分，以及消费后对公众健康的利弊，可使消费者做出知情选择。

本报告是我们对有机或常规食品化学分析研究的系统评估。结果仅限于食品的养分及与营养相关的物质。我们没有强调污染物的差异（如除草剂、杀虫剂或菌类残留）或是有机和常规生产对环境带来的潜在影响，因为这不是本文讨论的内容。

方法

由于目前可用数据的质量参差不齐，我们不能用常规元分析来处理报告的数据结果。我们尽可能地遵循这样的原则：系统评估和报道所检索的观察研究。

查询策略

我们在PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>)网上开发了一种查询方法，即使用医学学科标题[MeSH]和摘要[tiab]术语。查询术语（包括所有含MeSH的标题、小标题和tiab术语）为“有机”、“健康食品”，“常规”结合“食品”、“农业作物”、“牲畜”和“农业”。把这些这些术语与养分和营养物质结合，再从近期全球有关饮食、营养和癌症预防的文章中查询[14]（参看网上“附录”中的附表1）。我们查询的数据库浏览有PubMed数据库、科学网(http://isiwebofknowledge.com/products_tools/multidisciplinary/webofscience/)和CAB摘要(<http://www.cabi.org/cababstracts>)，时间跨度从1958年1月1日至2008年2月29日(50年)。对论文标题和摘要与我们研究目的的相关性做了仔细审查，并确定了今后需要用到的文章。相关参考文献目录利用手工处理，旨在找到更多有用文献。从相关文献中确定了40位专家，并通过E-mail联系；共收到了29封E-mail回复和36篇发表的论文，其中有25篇与主题无关或在最初的查询中已被确认。

选取标准和数据提取

我们选用了经同行评审刊物上有英语摘要的论文，无论该论文属于哪种语言，只要它直接比较了有机（作者在论文中使用了有机、生态和生物有机）农业系统食品与常规（作者在论文中使用了常规和集约）农业系统食品中的养分或营养物质成分。我们剔除了那些把有机农业与综合农业(n = 10)或生态农业(n = 1)相比较的研究，因为这些农业措施特别少见。也剔除涉及不同施肥管理(n = 6)或非养分（如镉、铅和汞）污染物含量(n = 37)的研究或那些描述如何确定食品生产方法的技术研究(n = 11)。灰色文献（会议摘要和没有发表的研究）也不包括在入选论文中。

所有查询和数据提取由2位研究助理负责，有争议之处经由项目负责人组织讨论解决。数据被提取到作物和畜产品的独立数据库。外文文献的数据由讲该母语的人用标准模板处理，并与评估小组讨论后提取。对前10篇入选论文数据的提取采用两人平行作业，标明不同之处并进行修改。剩下文章的数据由一人录入，其他人核实；讨论所有存在的分歧，最终达成一致。

研究设计

调查有机和常规食品养分含量的研究基于 3 个独立设计：田间试验，它比较了有机农场和相邻常规农场抽取的样本；农场调查，它比较了采自有机和常规农场的样本，但这两类农场只有某些变量相同；菜篮子研究，它比较了零售商店的有机和常规食品样本，这些商品将直接卖给消费者。

研究质量

该领域的研究及报告质量极易变化。鉴于此，评估涉及的每一个研究都根据其试验设计考虑其关键因素。我们按 5 项标准划分质量等级：对有机生产方法定义清楚，包括(1)有机认证机构的名称，(2)作物品种或牲畜品种的详细说明，(3)注明所分析的养分和其他营养物质，(4)使用的实验室分析方法和(5)统计分析方法。如果研究满足这 5 项标准则会被定义为质量满意。我们没有进一步对所引用的有机认证机构或所使用的分析方法的再做质量评级。

定量数据合成

为了评价数据的全面性，涉及的所有研究设计和所有食品（农产品、畜产品、食品和饮料）都纳入了分析。文章报道了 100 种不同食品的化学分析数据和 455 种养分和营养物质数据，我们将它们分为 98 种养分类别来简化分析（参看网上“附加数据”中的附表 2 和 3）。由于可比较的食品研究数量不够，以致不能对食品数据进行直接分析；因此，采用了对所有研究设计的养分类别进行分析。如有大量的养分数据可供分析，我们则事先采用实用性决策，即对养分种类 ≥ 10 的作物研究和养分种类 ≥ 4 的畜产品研究进行统计比较，但这样的研究实在太少。

有少量涵盖入内的研究只用图像格式展示了一些 ($n = 5$) 或所有 ($n = 1$) 相关数据；在分析中只使用了所提取的数据资料。所有剩余研究使用的都是养分平均值。当结果由一个以上平均数构成（如按月收获），则计算这些平均数的平均数。大多数研究都没有样本大小或中值的变异信息。因此，得出的分析只是一种实用选择，它使得可用数据能以得到充分利用。我们用以下公式来计算报告的平均养分含量的标准百分差：

$$[(\text{有机食品的养分含量} - \text{常规食品的养分含量}) / \text{常规食品的养分含量}] \times 100$$

正的百分差值表明有机食品中某种养分更多，而负值则表明常规食品中该养分更多。如果分析中包含了研究设计本身的差异，得到的百分差则不能转换成某种养分差值。我们利用 t 检验结合更强的标准差 (SEs) (归因于研究中养分多重比较产生的聚类) 以及 5% 的显著性差异来解释结果。极端值 ($n = 3$) 不可能出现，它们被定义为与下一个最大值的绝对差 ≥ 1 SD，一旦出现则被剔除。采用 STATA 10 (2007 年 Stata 统计软件，版本 10; StataCorp LP, College Station, TX) 来进行数据的统计分析。

附加评估

为了对整个评估实施进行监督和建议，特成立了一个独立专家评审团。该团由一个学科专家 (Julie Lovegrove, 英国雷丁大学) 和一个具有系统评估经验的公共健康营养专家 (Martin Wiseman, 英国南安普敦大学和英国世界癌症研究国际基金会) 组成。独立专家评审团对评估草案提供反馈意见，这些意见被采纳入 2008 年 4 月 18 日网上 <http://www.lshtm.ac.uk/nphiru/research/organic/> 公布的最终草案。相关学科专家和外部机构都得到通知，评估草案可以在以上网站看到。专家评估团的评议被纳入最终报

告，报告然后送交项目资助方，经由5位外部学科专家组成的同行评审，相关同行评议也并入此份报告。

结果

确认研究概述

此次检索的52471篇文章中，确认了292篇文章题目潜在相关。获取了其中282篇全文，经过详细审查，剔除了145篇(52%)。尽管经过多次尝试，还余下11篇可能符合条件文章全文未能得到(6篇属同行评审，5篇属非同行评审)(参见网上附录下的附表4)。此外，有15篇相关文章是通过人工检索确认，11篇是通过直接与作者联系获得，这些文章都出现在评估研究质量图(图1)中162篇文章的最终名单中。

研究质量

确认了有超过一半($n = 87$; 54%)的研究没有说明产品是否经过有机认证机构的认证(其中12个例子(7.5%)没有标明认证机构，我们用报告中的方法部分来推断)，20%的研究($n = 33$)没有说明研究对象是何种植物品种或牲畜品种，所有的研究都声称分析了养分，但有1%的研究($n = 2$)没有叙述分析方法，14%的研究($n = 22$)给出统计方法(参见网上“附录”下的附表5)。确认了1/3的研究($n = 55$; 34%)为质量满意(参见网上“附录”下的附表6)，由46份有关作物(20个田间试验、22个农场调查以及4组菜篮子调查)的报告和9篇有关畜产品(4个田间试验、5个农场调查)的报告组成(参见网上“附录”下的附表8)。

养分和其他营养物质的含量比较

我们从46个质量满意的作物研究中提取了1149项养分含量比较，10个以上的研究报道了11类养分的数据。在这些质量满意报告的作物分析中，11类养分中有8类无差别(VC、酚类化合物、镁、钾、钙、锌、铜和总可溶性固形物)(表1)。常规生产中作物的氮含量明显偏高，有机生产中作物的磷和可滴定酸含量明显偏高。我们从9个质量满意的畜产品研究中提取了125个养分对比，有4个以上研究报道了2种养分。对这些非常有限的数据库分析表明，有机和常规畜产品中的脂肪(未分类)或灰分含量无差别(表2)。

讨论

本文是第一份公开发表的研究有机食品和常规食品中养分含量差异的系统评估论文。它含有过去50年中经同行评审的有英语摘要的文献。有机运动已经有很长的历史^[15]，本文中有大量2000年后发表的论文都强调了目前科学界所关注前沿问题。

通过本文的分析建议，有机和常规方法生产的食品在养分含量上相类似。在所分析了13种养分中，有10种养分在两种生产方式的农产品中无明显差别。我们在作物上发现的差别似乎与生物学有关，最有可能是由于肥料施用引起(氮和磷)^[3]以及收获时作物的成熟度(可滴定酸)^[16]。研究表明，食用本研究中所涉及的养分含量水平的有机食品不可能比常规食品对健康更有益。因此得出一项重要的推论是：有机生方式生产的食品在养分含量方面与常规方式生产的食品相当。

与以往的非系统性评估不同,我们的研究采用的是严格的文献检索方法,并对过去50年中的大量研究资料进行了确认。我们的系统方法强调的是质量满意的研究,认同过去的某些发现(有机食品中磷含量较高)但并非所有发现(有机食品中VC和钙含量较高)^[6,7,9]。

在我们的评估中,分析查明了450多种养分或营养物质。尽管有许多文章似乎把目的放在指导数据分析 and 文字表达上,但其他论文则着重于报道大量不同物质的信息。如果报道的养分种类数足够大,我们就能决定把他们分成不同的养分组,从而进一步开展分析研究。我们在论文中提供的数据都是从质量满意的研究中提取而来,作为营养和农业研究人员今后研究的数据源(参见网上“附录”中的附表7和8)。

我们的评估再次强调了该领域研究的参差不齐和整体质量低^[11]。我们用于评价出版物质量的标准被认为是研究设计的关键方法元素,特别是与检索词条(有机生产的认证和食品的定义)和输出结果(实验室分析方法和统计分析方法的说明)有关。我们没有打算对每种质量标准进一步分级;比如,有机认证机构的生产规定各有不同,不同实验室方法的灵敏度也不同^[7]。尽管我们在这份报告中对确认的质量满意的研究所使用的门槛值比较低,但质量满意的研究数量仍然不尽人意。我们督促研究者们研究有机食品的养分特性,以改善他们科学研究工作的质量,并在研究报告中提出了作为最小限度的5个标准。为了能评估食品营养质量与它们生长环境和生产方式的关系,我们尤其需要那些准确详细描述生产方式和精确控制的长期田间试验。我们进行了涵盖所有确认的162个研究的额外分析,无论质量如何,结果都同样表明:有机生产与常规生产的食品在养分含量上无重大差别。

这份评估报告有许多优势,如它系统全面的特性,广泛的收录标准,研究方法严谨。然而,由于所提取的数据有限,不能采用常规元分析。为了更好地利用这些数据,我们决定从不同的研究设计中综合数据,并通过养分分类来计算所有食品的标准差。这样可能会导致在对某些特定食品的个体研究中,一些更为细微的发现会被忽略掉,但被认定是以一种标准形式收录和报告所有可获得数据的最有效方法。

这份评估报告同样也有一些不足,更确切地说是与评估过程有关。我们剔除了灰色文献和非英语摘要的外文文献,我们不能找到少数(n = 11)可能相关的文章,这可能会使我们在评估中缺少这些少量的相关数据。报道偏见,当作者在他们的研究中没有包含所有现存研究结果时,就可能产生;出版偏见,当刊物编辑对一些论文具有统计显著地发现产生偏爱时,出版偏见也就出现了,这些都是系统评估的潜在局限性^[18]。我们意识到有两篇研究文章^[19,20]发表都在这份评价截止日期以后。

所有的天然产品的养分组成和营养物质都受多种因素影响⁽¹⁰⁾,包括生产方法。生产方法,尤其是化肥、除草剂和杀虫剂的使用,可能会影响食品的化学成分。经认证的有机生产方法,会严格控制化学制品和药品的使用。这些措施对公众健康和环境健康的任何潜在好处势必会保证进一步的系统评估,但不属于本报告的研究内容。

目前的分析建议,尽管有机生产的食品和常规生产的食品在养分含量上的少量差异与生物学相关,但它们不会影响公众健康。这份评估报告得出的一个最广泛的结论是,没有证据支持选择有机食品会比常规食品更能增加某些养分或营养物质的吸收。同样很清楚的是,对该领域的研究,如果研究设计更为严谨,我们就会受益更多,并能更好理解决定食品养分含量的(除生产方法外)诸多因素。

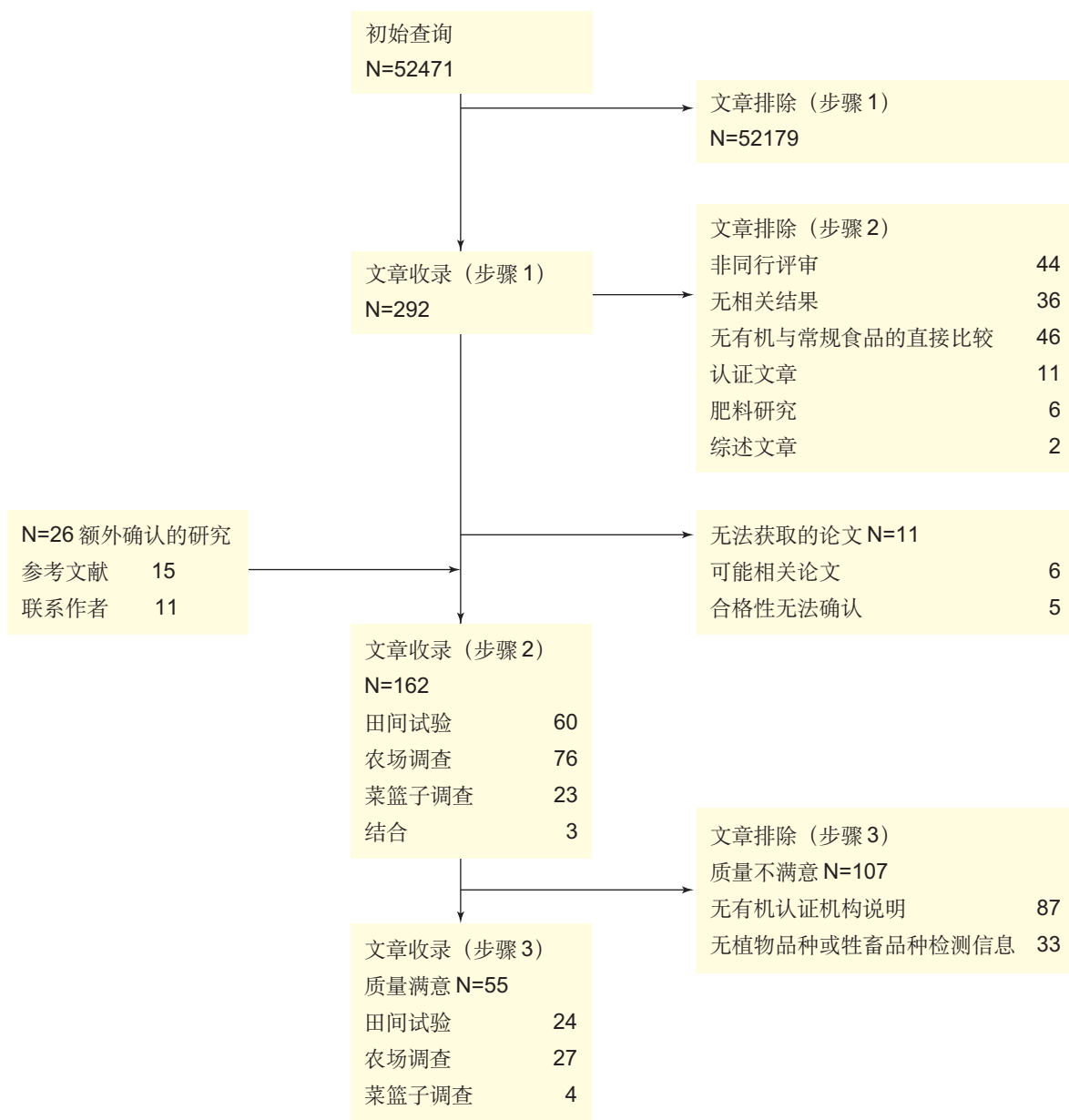


图1 有机食品营养成分含量系统评估研究所选取的步骤。步骤3排除的原因不互相排斥。

我们十分感谢 Andrea Aikenhead 的技术支持。资助单位没有进行研究设计、数据搜集、分析和说明，或是撰写报告。评审团同资助单位召开了6次进展会议。通信作者对所有数据全权负责并对文章的提交出版最终负责。

作者及其负责工作介绍如下：ADD, EA, KL 和 RU 参加了研究设计；ADD 主管研究，有权处理所有数据，并对文章的提交出版负最终责任；EA 负责统计分析；SKD 和 AH 负责文献搜索和数据提取。所有作者都对报告的初始草稿和随后的草稿做出了贡献，并对提交的版本进行了修正。所有作者都声明无利益冲突。

表 1 在质量满意的研究报告中, 比较有机生产与常规生产的作物养分和其他营养相关物质含量

养分种类 ₁	分析结果				是有机还是 常规作物 更优?
	研究数量	对比数	标准差 ₂ %	显著性 <i>P</i>	
Nitrogen 氮	17	64	6.7 ± 1.9	0.003	常规
Vitamin C VC	14	65	2.7 ± 5.9	0.84	无差别
Phenolic compounds 酚类化合物	13	80	3.4 ± 6.1	0.60	无差别
Magnesium 镁	13	35	4.2 ± 2.3	0.10	无差别
Calcium 钙	13	37	3.7 ± 4.8	0.45	无差别
Phosphorus 磷	12	35	8.1 ± 2.6	0.009	有机
Potassium 钾	12	34	2.7 ± 2.4	0.28	无差别
Zinc 锌	11	30	10.1 ± 5.6	0.11	无差别
Total soluble solids 总可溶固形物	11	29	0.4 ± 4.0	0.92	无差别
Copper 铜	11	30	8.6 ± 11.5	0.47	无差别
Titrateable acidity 可滴定酸	10	29	6.8 ± 2.1	0.01	有机

1 养分种类是以收录的研究的数字顺序排序

2 所有数值是平均值 ± SEs。

表 2 在质量满意的研究报告中, 比较有机生产与常规生产的作物养分和其他营养相关物质含量

养分种类 ₁	分析结果				是有机还是 常规作物 更优?
	研究数量	对比数	标准差 ₂ %	显著性 <i>P</i>	
脂肪 (未分类)	6	13	13.0 ± 14.6	0.42	无差别
灰分	4	8	13.7 ± 7.8	0.18	无差别

1 养分种类是以收录研究的数字顺序排序

2 所有数值是平均值 ± SEs。

参考文献:

[1] Soil Association. Soil Association organic market report 2007. Bristol, United Kingdom: Soil Association, 2007.

[2] Datamonitor. Organic food: global industry guide. London, United Kingdom: Datamonitor Ltd, 2008.

[3] European Community Council Regulation. Council Regulation (EC) no. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) no. 2092/91. In: EEC, ed. Official Journal of the European Union. Brussels, Belgium: European Community Council Regulation, 2007:123.

[4] International Federation of Organic Agriculture Movements. The IFOAM norms for organic

production and processing: version 2005. Bonn, Germany: International Federation of Organic Agriculture Movements, 2007.

[5] Worthington V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. *J Altern Complement Med* 2001;7: 16173.

[6] Soil Association. Organic farming, food quality and human health: a review of the evidence. Bristol, United Kingdom: Soil Association, 2000.

[7] Magkos F, Arvaniti F, Zampelas A. Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *Int J Food Sci Nutr* 2003;54: 35771.

[8] Bourn D, Prescott J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2002;42:134.

[9] Woese K, Lange D, Boess C, Böckl KW. A comparison of organically and conventionally grown foods — results of a review of the relevant literature. *J Sci Food Agric* 1999;74:28193.

[10] Food Standards Agency. McCance and Widdowson's the composition of foods. 6th summary edition. Cambridge, United Kingdom: Royal Society of Chemistry, 2002.

[11] Williams CM. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? *Proc Nutr Soc* 2002;61:1924.

[12] Winter CK, Davis SF. Organic foods. *J Food Sci* 2006;71:R11724.

[13] Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA* 2000 283:200812.

[14] World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. Washington, DC: AICR, 2007.

[15] Heckman J. A history of organic farming: transitions from Sir Albert Howard's War in the Soil to USDA National Organic Program. *Renewable Agric Food Syst* 2006;21:14350.

[16] Aherne SA, O'Brien NM. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition* 2002;18:7581.

[17] Gibson RS. Principles of nutritional assessment. 2nd ed. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 2005.

[18] Higgins JPT, Green S, eds. Cochrane handbook for systematic review of interventions. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2008.

[19] Butler G, Nielsen JH, Slots T. Fatty acid and fat-soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *J Sci Food Agric* 2008;88:143141.

[20] Roose M, Kahl J, Ploeger A. Influence of the farming system on the xanthophyll content of soft and hard wheat. *J Agric Food Chem* 2009; 57:1828.