

Penilaian keamanan pangan dalam pertanian organik

Birgitte Hansen¹, Hugo Fjelsted Alrøe¹, Erik Steen Kristensen¹, dan Mette Wier² ¹Danish Research Centre for Organic Farming (DARCOF), Foulum, Kotak pos 50, DK-8830 Tjele, Denmark ²AKF, Institut Studi Pemerintah Lokal, Denmark

Makalah Kerja DARCOF no. 52 Januari 2002

Abstrak: Keprihatinan publik tentang keamanan pangan di Eropa telah tumbuh sebagai tanggapan terhadap skandal BSE dan masalah dengan Salmonella dan Campylobacter, dll. Pertimbangan kesehatan dan keselamatan tersebut adalah salah satu insentif paling penting untuk membeli makanan organik, dan telah membantu mendorong pertumbuhan yang cepat di sektor organik.

Terhadap latar belakang ini, artikel ini mengulas keamanan pangan dari perspektif organik. Sepengetahuan kami hal ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Definisi baru diperkenalkan yang menggabungkan aspek keselamatan dari kedua produk dan sistem pangan agribisnis. Kerangka kerja kekuatan pendorong negara –Dampak – respon (DSIR), yang menggabungkan temuan terbaru yang berkaitan dengan produk organik, digunakan untuk menganalisis proses yang mengontrol keamanan pangan. Keamanan sistem pangan agribisnis masih kurang dipahami, tetapi pengenalan konsep diberikan karena relevansinya dalam pengaturan organik secara holistik.

Secara umum dirasakan bahwa keamanan lebih besar dengan organik daripada dengan makanan konvensional, terutama karena prinsip kehati-hatian yang diikuti dalam perumusan peraturan organik dan dalam penilaian keamanan pangan. Standar keamanan produk yang tinggi dalam makanan organik dipromosikan oleh a) aplikasi nitrogen yang lebih rendah (yang mengurangi konsentrasi nitrat), b) larangan pestisida (yang menyebabkan hampir tidak ada residu pestisida), dan c) larangan pada profilaksis dan persyaratan untuk waktu retensi ganda dalam sistem produksi hewan (untuk memastikan konsentrasi residu obat yang rendah). Efek ini dapat meminimalkan insiden kanker dan transfer gen resistensi dari sistem produksi hewan ke patogen manusia.

Contoh keamanan produk yang dikurangi dalam produk organik juga dapat ditemukan, misalnya: a) mikotoksin dalam sereal organik yang terpapar pada kondisi penyimpanan yang tidak sesuai, dan b) infeksi Salmonella dan Campylobacter yang disebabkan oleh paparan hewan yang berlebihan terhadap kondisi di luar ruangan. Namun demikian mungkin untuk mengurangi risiko ini. Secara khusus, pengaturan pengolahan makanan organik menghasilkan keamanan produk yang lebih tinggi karena batas tidak lebih dari 5% komponen non-organik, dan larangan iradiasi, zat pewarna, pemanis, aditif

sintetis, penyedap, transgenik dan asam lemak trans. Tampaknya ada kecenderungan ke arah keamanan agribisnis yang lebih tinggi di organik dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional karena a) penyediaan informasi lebih banyak melalui pelabelan makanan organik, dan b) dampak yang lebih rendah terhadap lingkungan.

Kata kunci: keamanan pangan; keamanan produk, keamanan pangan agribisnis, pertanian organik; Kerangka kerja kekuatan pendorong negara – dampak – respon.

PENDAHULUAN

Di Uni Eropa, minat konsumen terhadap keamanan pangan telah meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 1997, Komisi Eropa melakukan studi Eurobarometer yang berfokus khusus pada sikap konsumen. Hal ini menunjukkan bahwa 67,9% konsumen khawatir tentang keamanan bahan makanan.¹ Temuan ini memotivasi pengenalan kampanye informasi tentang keamanan pangan (1998-1999) yang mengungkapkan bahwa konsumen terutama prihatin tentang: I) pelabelan (terutama nomor E dan elemen keamanan pangan lainnya), II) ketertelusuran bahan makanan, dan III) organisme hasil rekayasa genetika.

Kekhawatiran publik tentang keamanan pangan terutama berkaitan dengan masalah lingkungan pertanian pangan yang berbeda-beda yang baru-baru ini ditemui di Eropa. Ini termasuk:

- penemuan hewan dengan BSE,
- peningkatan kejadian Salmonella pada daging dan telur,
- peningkatan kejadian Campylobacter pada daging,
- temuan Listeria pada beberapa produk susu,
- meningkatnya dioksin dalam makanan dan pakan,
- jumlah berlebihan pestisida, antibiotik, zat tambahan, dll. dalam makanan,
- kehadiran jamur beracun dalam makanan yang disimpan,
- aktivitas kriminal: penemuan anggur yang mengandung alkohol kayu, minyak goreng yang tercemar, dll.
- polusi minum air dengan pestisida dan nitrat,
- Produk makanan organik yang tercemar-GMO, dan
- penipuan dalam penjualan makanan konvensional sebagai produk organik.

Menanggapi meningkatnya permintaan konsumen dan inisiatif kebijakan Pemerintah, pertanian organik telah berkembang pesat di seluruh Eropa Barat. Pangsa pasar produk organik meningkat, meskipun berbeda, di masing-masing negara Uni Eropa (UE). Diperkirakan pada tahun 2005 produk ini akan

mencapai 5 hingga 10 persen pangsa pasar, dengan peluang untuk setiap kategori produk. Secara absolut, Jerman adalah pasar terbesar di UE. Namun, dalam persentase, proporsi pasar domestik terbesar di Denmark, Swiss, Austria, dan Swedia. Pertumbuhan pasar paling cepat di Inggris (25-30%). Tingkat konsumsi tertinggi cenderung terjadi di Eropa utara, sementara tingkat terendah cenderung berada di selatan. Di beberapa negara tingkat pertumbuhan di lahan pertanian organik antara 1993 dan 2000 sangat tinggi, naik dari 2,4 menjadi 8,0% di Austria, 1,1 hingga 6,3% di Swedia dan 0,8 hingga 6,2% di Denmark.

Pertanian organik dibedakan dari pertanian konvensional dengan menerapkan penghormatan khusus pada nilai-nilai kemanusiaan, lingkungan, alam, dan kesejahteraan hewan, dll. Hal ini tergabung dalam prinsip-prinsip dasar pertanian organik, sebagaimana diformulasikan oleh Federasi Internasional Gerakan Pertanian Organik (IFOAM). Prinsip utama untuk pertanian organik dan pengolahan makanan meliputi:

- produksi makanan berkualitas tinggi dalam jumlah yang cukup,
- operasi dalam siklus alami dan sistem tertutup sejauh mungkin, memanfaatkan sumber daya lokal,
- pemeliharaan dan perbaikan jangka panjang kesuburan dan kesinambungan tanah,
- penciptaan yang harmonis keseimbangan antara produksi tanaman dan peternakan,
- pengamanan tingkat kesejahteraan hewan yang tinggi,
- pengembangan rantai produksi dan pasokan lokal dan regional, dan
- penyediaan dukungan untuk pembentukan keseluruhan rantai produksi, pengolahan dan distribusi yang baik secara sosial dan ekologis dibenarkan.

Prinsip-prinsip dasar ini menyediakan pertanian organik dengan platform untuk memastikan tingkat keamanan pangan yang tinggi, meskipun keamanan makanan tidak secara langsung ditentukan dalam prinsip.

Di Denmark, masalah kesehatan dan / atau lingkungan mencerminkan kurangnya kepercayaan pada produk konvensional. Mereka merupakan alasan utama untuk membeli produk organik, yang secara luas terkait dengan konsep kualitas dan keamanan pangan. Pola yang sama terlihat di Swiss (Coop NATURA plan) di mana masalah kesehatan juga mendapat prioritas utama. Makanan organik secara luas memainkan peran penting dalam persepsi risiko konsumen dalam menentukan permintaan, tingkat perhatian yang tinggi terkait dengan frekuensi pembelian organik. Secara umum, residu pestisida menjadi perhatian terbesar, dan rumah tangga yang mengasosiasikan makanan konvensional dengan tingkat risiko kesehatan yang tinggi harus bersedia membayar lebih untuk makanan organik yang tidak

mengandung pestisida. Satu studi menunjukkan bahwa kekhawatiran tentang keanekaragaman hayati alam dapat menjadi faktor penting dalam penilaian atribut produk makanan. Dalam konteks yang lebih luas, beberapa penelitian telah menemukan bahwa pertimbangan lingkungan merupakan motivasi penting untuk membeli produk organik. Perhatian untuk kesejahteraan hewan domestik mungkin merupakan faktor lain yang mengarah ke preferensi konsumen untuk produk organik.

Mengingat keprihatinan publik yang terus berlanjut tentang keamanan pangan, manfaat kesehatan yang dirasakan dari produk organik, dan ekspansi baru-baru ini dalam pertanian organik, ada kebutuhan untuk mengevaluasi keamanan pangan di seluruh sistem organik. Artikel ini memberikan definisi baru keamanan pangan yang mencakup keamanan produk dan keamanan sistem pangan agribisnis. Selanjutnya aspek keamanan pangan yang berbeda diidentifikasi dan dipilih menggunakan kerangka kerja DSIR (Driving Force, State, Impact and Response). Keadaan keamanan produk dan keamanan sistem pangan agribisnis kemudian dinilai secara organik dibandingkan dengan produksi konvensional, dan kekuatan penggerak dan dampak diidentifikasi. Akhirnya, kerangka DSIR digunakan untuk membahas berbagai tanggapan dan reaksi terhadap keamanan pangan.

DEFINISI KESELAMATAN MAKANAN

Secara tradisional, keamanan pangan didefinisikan dalam arti sempit. Makanan yang aman adalah produk yang bisa dimakan tanpa menjadi sakit. Ini juga makanan yang kaya zat-zat yang mempromosikan kesehatan, semua komponen penting yang ditunjukkan dalam deklarasi (mis. Otoritas Denmark). Pada Tabel 1, fitur-fitur ini disebut sebagai 'keamanan produk'.

Seperti disebutkan, definisi keamanan pangan yang lebih luas dan lebih berbeda juga diberikan dalam makalah ini. Ini menggabungkan aspek keamanan pangan yang lebih luas, seperti yang terlihat dari sudut pandang organik holistik. Dalam konteks ini keamanan pangan berkaitan dengan keselamatan / keamanan sistem produksi, sebagaimana disimpulkan oleh kata kunci: pasokan, distribusi, transparansi, kedekatan, informasi dan pengaruh konsumen, serta kurangnya dampak produksi negatif pada manusia dan kehidupan lainnya. organisme, lingkungan, dan iklim dll. (Tabel 1).

ASPEK KESELAMATAN MAKANAN

Dalam tinjauan ini, kerangka DSIR digunakan untuk mengatur berbagai aspek keamanan pangan ini. Model ini didasarkan pada kerangka DSR yang dikembangkan oleh OECD, termasuk beberapa aspek dari skema DPSIR yang dikembangkan oleh EEA. Model DSR awalnya dikembangkan untuk memastikan konsistensi antara kebijakan lingkungan dan pertanian, dan untuk mempromosikan pembangunan

berkelanjutan di bidang pertanian. . Kerangka ini telah digunakan dalam beberapa penyelidikan; misalnya, di mana minat terfokus pada penilaian dampak lingkungan dalam pertanian organik. Kerangka kerja DSIR terdiri dari rantai hubungan sebab akibat, mulai dari kekuatan pendorong hingga perubahan keadaan keamanan pangan, dan mengarah pada dampak pada kesehatan manusia atau lingkungan dan alam. Akhirnya ketiga aspek keamanan pangan ini membawa tanggapan yang berbeda dan sebaliknya.

KESELAMATAN PRODUK

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 1 dan Tabel 1, konsentrasi senyawa kimia alami dan sintetik dalam makanan berkontribusi terhadap keamanan produk. Dimungkinkan untuk mengkuantifikasi nutrisi tradisional, logam berat, pestisida dan berbagai konstituen lainnya, tetapi masih ada senyawa kimia yang tidak diketahui dan tidak dikenal dalam makanan. Pengetahuan terkini tentang kualitas kesehatan makanan organik sangat terbatas dan tidak meyakinkan. Efek kesehatan tunggal dari konstituen individu dan beberapa efek kesehatan dari beberapa komponen dalam makanan dapat terjadi, tetapi dalam kasus terakhir dokumentasi ilmiah sangat jarang terjadi. Karena itu tampaknya masuk akal untuk mengikuti prinsip kehati-hatian saat menilai keamanan pangan. Baru-baru ini implikasi yang mungkin dari makanan organik untuk kesehatan telah ditinjau. Temuan dan kesimpulan dari pekerjaan tersebut digunakan dalam makalah ini untuk menggambarkan keamanan produk makanan organik.

Peraturan pertanian organik nasional dan Uni Eropa dimaksudkan untuk mengamankan tingkat keamanan pangan yang tinggi. Pelabelan produk organik adalah bagian dari keamanan produk organik. UE memiliki logo sendiri (regulasi (EF) No. 331/2000) tetapi label organik nasional dan swasta juga ada.

Pengaruh pengaturan dalam produksi tanaman organik

Peraturan untuk produksi tanaman organik bersifat komprehensif dan terperinci. Peraturan EU yang dirilis pada tahun 1991 (2092/91) berisi bagian-bagian yang berhubungan langsung dengan komposisi produk tanaman organik. Aspek yang lebih penting dari peraturan ini termasuk:

- larangan rekayasa genetika dan GMO
- tingkat nitrogen yang lebih rendah: batas maksimum untuk aplikasi pupuk 170 kg N ha⁻¹yr⁻¹
- larangan pestisida sintesis
- larangan pupuk mineral sintetik
- larangan promotor pertumbuhan

Berikut ini pentingnya aspek-aspek yang berbeda untuk keamanan pangan akan dijelaskan.

Larangan transgenik

Dalam pertanian organik dilarang menggunakan rekayasa genetika dan transgenik. Akibatnya, produk organik biasanya diasumsikan bebas dari transgenik. Namun, produk organik dapat menjadi tercemar oleh transgenik yang berasal dari pertanian konvensional. Hal ini dapat terjadi melalui I) penyebaran dan deposisi atmosfer, II) penggunaan wadah penyimpanan yang tercemar, dan III) pemberian pakan transgenik konvensional kepada hewan. Di Denmark, saat ini diizinkan untuk memasukkan masing-masing 20% dan 10% pakan konvensional dalam makanan babi dan sapi. Namun, setelah tahun 2005, Denmark akan tunduk pada peraturan UE yang menuntut 100% pakan organik dalam pertanian organik.

Larangan GMO dalam makanan organik mencerminkan fakta bahwa efek jangka panjang terhadap manusia dan alam masih belum diketahui. Untuk alasan inilah prinsip kehati-hatian telah diterapkan.

Tingkat nitrogen lebih rendah

Secara umum, aplikasi total nitrogen (N) lebih rendah dalam organik daripada sistem pertanian konvensional. Perbandingan berbagai jenis sistem pertanian yang dikelola dengan baik di Denmark menunjukkan bahwa rata-rata input N di pertanian organik (104-216 kg N ha⁻¹ yr⁻¹) lebih rendah daripada sistem pertanian konvensional (146-311 kg N ha⁻¹ thn⁻¹).

Tingkat rendah aplikasi N dalam pertanian organik diharapkan menjadi kekuatan pendorong utama di balik perubahan konsentrasi bahan kering, protein, vitamin c, karoten dan nitrat dalam berbagai jenis sayuran organik dan susu (Tabel 2). Rata-rata, 5-40% lebih tinggi kandungan bahan kering, 10-20% lebih rendah kandungan protein, kandungan vitamin c yang lebih tinggi 5-90%, kandungan karoten yang lebih rendah, dan kandungan nitrat lebih rendah 30-90% telah ditemukan dalam organik dibandingkan dengan produk konvensional (Tabel 2).

Perbedaan yang diamati dalam kandungan bahan kering, protein, vitamin C, dan karoten dalam produk organik mungkin tidak memiliki konsekuensi untuk kesehatan. Namun, konsentrasi nitrat yang terdokumentasi dengan baik pada produk organik mungkin memiliki efek positif. Nitrat ada secara alami di semua produk tanaman karena perannya dalam sintesis protein, tetapi konsentrasinya dipengaruhi oleh tingkat aplikasi N. Toksisitas nitrat dalam makanan rendah, tetapi radikal ini dapat diubah menjadi nitrit dalam makanan dan di lambung / saluran usus. Nitrit dapat dikonversi menjadi nitrosamin yang sangat karsinogenik.

Larangan pestisida

Untuk penduduk Denmark, makanan adalah rute paling penting terpapar pestisida. Dengan demikian, asupan pestisida dalam air minum, produk hewani dan ikan sangat minim. Sumber pestisida yang paling parah terkena adalah buah, sayur, dan sereal (Tabel 3). Umumnya, residu dari satu atau lebih pestisida, pada konsentrasi yang diizinkan secara hukum, ditemukan di sekitar sepertiga dari semua bahan tanaman yang ditanam secara konvensional di Denmark. Batas maksimum yang diizinkan terlampaui dalam 1-2% dari hasil panen yang diperiksa.

Larangan penggunaan pestisida dalam produksi organik berarti bahwa makanan organik tidak mengandung senyawa-senyawa ini, atau bahwa mereka hanya ada dalam jumlah sangat sedikit (Tabel 4). Namun, hanya beberapa penelitian tentang masalah ini yang telah dilakukan.

Diketahui bahwa beberapa pestisida dapat memiliki efek berbahaya pada reproduksi, dan yang lain memiliki efek yang mirip dengan estrogen. Residu pestisida diduga terlibat dalam berbagai penyakit dan penyakit yang berbeda, seperti penyakit saraf, kerusakan sistem kekebalan tubuh, dan promosi kanker. Bahkan dalam konsentrasi rendah mereka dianggap mempengaruhi perkembangan sel-sel sebaceous dalam tubuh dan dengan demikian kecenderungan untuk obesitas. Namun, hipotesis ini tidak didokumentasikan secara ilmiah.

Larangan pestisida dan aplikasi N yang lebih rendah dalam produksi organik dapat mengubah atau meningkatkan konsentrasi senyawa sekunder (non-nutrien) dalam produk tanaman organik (Tabel 4). Sudah sering diklaim bahwa metode produksi tanaman organik dapat menghasilkan makanan dengan konsentrasi yang lebih tinggi dari senyawa-senyawa ini. Namun hanya ada beberapa penyelidikan ilmiah yang berkaitan dengan terjadinya senyawa sekunder dalam makanan. Beberapa senyawa ini dianggap membantu mengurangi kejadian kanker dan penyakit kardiovaskular.

Secara tidak langsung, larangan pestisida dapat diharapkan untuk mempengaruhi insiden serangan jamur pada produk makanan, dan dengan demikian produksi mikotoksin (Tabel 4). Senyawa-senyawa yang terakhir ini terutama ditemukan dalam biji-bijian, kacang-kacangan dan buah kering yang telah diserang oleh jamur, masalah yang paling sering muncul dalam kaitannya dengan musim panas yang basah, panen terlambat dan kondisi pengeringan yang tidak memuaskan. Di Denmark, antara 1993-1997, adanya peningkatan jumlah ochratoxin A dalam organik dibandingkan dengan produk konvensional, terutama pada gandum hitam. Sumber masalah tampaknya adalah kondisi penyimpanan yang buruk di sistem pengeringan kebun plasma yang sudah ketinggalan jaman. Masalah ini sekarang telah berkurang (Susanne Elmholt, person. Comm.). Di sisi lain, peningkatan penggunaan fungisida dalam pertanian

konvensional telah menimbulkan kekhawatiran tentang ketidakmampuan mereka untuk mengendalikan pertumbuhan jamur penghasil mikotoksin tertentu (*Fusarium*) di musim tanam tanaman yang diperluas. Salah satu penelitian telah menemukan bahwa susu yang diproduksi secara konvensional mengandung aflatoksin M1 selama periode musim dingin sementara produk organik yang setara tidak ada. Ini mungkin karena komposisi pakan yang dikonsumsi oleh hewan.

Mikotoksin dapat mempengaruhi hati, ginjal, dan sistem saraf, dan beberapa mungkin bersifat karsinogenik.

Larangan pupuk sintetis dan pengatur pertumbuhan

Peraturan untuk pertanian organik termasuk larangan penggunaan pupuk sintetis dan lumpur. Ini karena aplikasi dari pupuk ini dapat memperkenalkan logam berat ke tanah pertanian (misalnya cadmium dalam pupuk fosfor). Meskipun logam ini ada secara alami di tanah (tergantung pada jenis tanah, bahan induk geologi, iklim, pH, lingkungan atmosfer dll.), konsentrasi yang lebih rendah dari mereka diharapkan dalam produk tanaman organik (Tabel 5).

Pengatur tumbuh telah ditemukan di lebih dari 30% dari semua produk tanaman konvensional. Sebuah studi di Denmark yang dilakukan pada tahun 1999 mengidentifikasi senyawa ini dalam 64 dari 77 tes biji-bijian yang ditanam secara konvensional dalam konsentrasi yang berada dalam batas yang diterima. Pengatur tumbuh dilarang di pertanian organik, sehingga diharapkan makanan organik tidak mengandung senyawa ini.

Diduga bahwa hormon tanaman ini dapat memiliki efek negatif pada reproduksi hewan. Beberapa percobaan dengan babi telah menunjukkan efek negatif dari pengecil jerami pada kemampuan untuk reproduksi.

Pengaruh peraturan terhadap produksi hewan organik

Peraturan produksi hewan organik adalah bersifat komprehensif, dan mempengaruhi aspek pemberian makan, perumahan, demarkasi, perawatan, perawatan medis dan pembantaian. Peraturan Uni Eropa tentang peternakan organik dirilis pada tahun 1999 (1804/99), aspek-aspek berbeda yang diharapkan secara langsung mempengaruhi komposisi produk hewani organik. Peraturan ini mengatur untuk:

- perluasan akses ke area out-door dengan kepadatan penebaran yang lebih rendah
- pembatasan pada pakan ternak
 - penggunaan pakan kasar secara paksa
 - larangan antibiotik, promotor pertumbuhan dan aditif
 - larangan transgenik - larangan makan daging dan tulang
- waktu retensi ganda setelah obat pengobatan

Berikut ini efek pada perluasan akses keamanan makanan ke daerah-daerah luar, penggunaan wajib pakan kasar, dan pembatasan penggunaan obat akan dijelaskan.

Perluasan akses keluar area

Infeksi (zoonosis) dapat ditularkan dari hewan ke manusia melalui konsumsi makanan. Dalam pertanian konvensional telah dibuat upaya untuk mengendalikan zoonosis melalui penggunaan penghalang kebersihan. Pengetahuan tentang pengaruh sistem produksi yang berbeda pada terjadinya dan distribusi mikroba dalam makanan masih sangat terbatas. Namun, dibandingkan dengan praktek pertanian konvensional, perluasan akses ke area luar yang didorong dalam sistem produksi organik lebih banyak mengekspos hewan untuk mempromosikan mikroba tanah (Tabel 6). Selain itu, keberadaan tikus, tikus dan burung meningkatkan risiko hewan yang terinfeksi *Salmonella* atau *Campylobacter* bacteria, terutama dalam produksi unggas (*Ole Heuer pers. Com.*) Parasit juga ada di alam dan dapat menyebabkan infeksi (misalnya cacing pita), terutama pada sistem produksi babi di luar rumah.

Namun, dalam sistem produksi hewan ternak di luar rumah, kepadatan ternak per hektar relatif rendah. Ini dapat menurunkan tekanan infeksi dan membantu menetralkan risiko zoonosis.

Penggunaan komposisi wajib pakan dapat mengurangi insidensi zoonosis dalam organik dibandingkan dengan sistem produksi konvensional (Tabel 6), penggunaan serat wajib dalam sistem organik yang mengurangi terjadinya bakteri usus yang berbahaya.

Kandungan asam linolic terkonjugasi (CLA) yang lebih tinggi secara signifikan telah diamati dalam organik dibandingkan dengan susu konvensional. Ini mungkin mencerminkan kandungan rumput yang lebih tinggi dalam makanan hewan di pertanian organik (Tabel 6). Kandungan CLA yang lebih tinggi dalam susu organik dapat memiliki konsekuensi positif bagi kesehatan, karena CLA dapat membantu mengendalikan timbulnya kanker dan arteriosklerosis.

Penggunaan obat-obatan terlarang

Sesuai dengan arahan UE, semua negara UE memantau produk-produk hewani mereka untuk keberadaan residu obat-obatan. Dalam kontrol Denmark tahun 1999 hanya dalam jumlah terbatas dari senyawa-senyawa ini yang terdeteksi. Residu obat ditemukan pada 0,03% daging babi dan 0,09% daging sapi, tetapi tidak ada yang ditemukan dalam daging unggas, daging rusa, pembiakan ikan, dan susu dan madu. Pada tahun 1996, sekitar 68% dari antibiotik yang digunakan dalam pertanian konvensional di Denmark digunakan sebagai promotor pertumbuhan (terutama untuk babi), sementara hanya 31%

digunakan langsung untuk pengobatan penyakit yang berbeda. Namun, penggunaan antibiotik sebagai promotor pertumbuhan untuk babi dilarang pada tahun 1999.

Penggunaan obat-obatan yang terbatas dalam pertanian organik mungkin diharapkan menghasilkan insiden residu yang lebih rendah pada produk-produk hewani organik (Tabel 6), sebagian karena waktu retensi ganda yang dikenakan setelah perawatan medis. Namun, belum ada hasil yang tersedia dari kontrol Denmark pada produk hewan organik.

Penggunaan antibiotik yang terbatas dapat memiliki efek positif pada kesehatan dengan mengurangi risiko transfer gen resistensi dari patogen pada hewan ke manusia.

Efek pengolahan pada produksi organik

Pengolahan makanan organik bertujuan untuk mempertahankan nilai gizi dan membatasi jumlah dan kuantitas aditif dan alat bantu pengolahan dalam produk makanan. Peraturan untuk pengolahan organik dalam kaitannya dengan keamanan pangan melarang:

- penggunaan lebih dari 5% konstituen non-organik,
- iradiasi, zat pewarna, pemanis,
- aditif sintetis,
- penyedap produk hewani dan penyedap buatan pada produk makanan nabati,
- GMO,
- asam lemak transbuatan

Pengecualian ini secara langsung mempengaruhi komposisi dan nilai gizi dari produk makanan, dan dengan demikian keadaan keamanan pangan. Namun potensi dampaknya masih belum diketahui.

KESELAMATAN SISTEM AGRI-FOOD

Keamanan / keamanan sistem pangan agribisnis adalah aspek yang penting namun kurang dipahami dari keamanan pangan secara umum. Hal ini terutama berkaitan dengan konsep pasokan, distribusi, transparansi, kedekatan, informasi dan pengaruh konsumen, dan harus memastikan bahwa sistem produksi tidak berdampak negatif pada manusia, organisme hidup lainnya, lingkungan, iklim dll.

Pengaruh perkembangan teknologi dan struktural pada produksi organik, pengolahan dan pemasaran

Tidak ada peraturan khusus untuk pengembangan teknologi dan struktural dari produksi organik, pengolahan dan pemasaran, meskipun ada beberapa prinsip dasar untuk area tersebut. Ini termasuk :

- produksi makanan berkualitas tinggi dalam jumlah yang cukup,
- pengembangan rantai produksi dan pasokan lokal dan regional,

- dukungan untuk pembentukan rantai produksi, pengolahan dan distribusi yang komprehensif yang bertanggung jawab secara sosial dan ekologis

Tidak ada peraturan khusus tentang penyimpanan produk organik, dan tidak ada peraturan nasional atau UE yang berkaitan dengan pembungkusan produk-produk ini. Namun, Codex Alimentarius Commission menyarankan penggunaan pembungkusan yang dapat didaur ulang dan didaur ulang untuk produk-produk organik.

Suplai dan distribusi

Pasokan produk pertanian yang memadai dihasilkan dari produksi utama yang banyak serta rantai distribusi yang efisien. Oleh karena itu mereka terkait dengan pembangunan struktural pertanian, dari produksi dan pengolahan hingga pemasaran produk.

Rute distribusi utama untuk produk organik adalah I) jaringan supermarket, II) pengecer spesialis, dan III) outlet distribusi langsung. Peningkatan penjualan oleh supermarket telah sangat mempengaruhi ukuran pasar untuk produk organik di Eropa.

Masalah pasokan produk makanan organik dapat didiskusikan di tingkat lokal, regional, nasional dan global. Di tingkat nasional, Komite Bichel 61 melakukan analisis ekstensif tentang implikasi untuk Kementerian Pangan Denmark dari transisi 100% ke pertanian organik di Denmark. Mereka menyimpulkan bahwa transisi total ke pertanian organik akan menghasilkan pengurangan 1-3% dalam produk nasional bruto dan penurunan konsumsi pribadi 1900-4700 DKK (2-5%) per tahun per penduduk. Meskipun ini merupakan pengurangan ekonomi yang cukup besar, analisis menunjukkan bahwa adalah mungkin untuk memiliki 100% pertanian organik di Denmark, tergantung pada permintaan konsumen.

Di tingkat global, pasokan makanan dapat didiskusikan dari dua perspektif keberlanjutan yang mendasarinya - kecukupan sumber daya atau integritas fungsional. Kecukupan sumber daya menekankan penggunaan sumber daya dan produksi serta distribusi makanan, dengan fokus pertama dan terutama pada hubungan antara input dan output dalam sistem yang sedang dipertimbangkan. Suatu perkembangan yang berkelanjutan menyimpulkan bahwa pertanian dapat memenuhi persyaratan untuk makanan dan tekstil, dll. Untuk generasi sekarang dan mendatang, sehingga sistem yang paling produktif juga yang paling berkelanjutan. Konsep ini telah mendominasi dalam pertanian konvensional modern. Dari perspektif kecukupan sumber daya pertanian organik dalam menghasilkan pangan yang aman lebih rendah daripada yang dicapai oleh pertanian konvensional

Keberlanjutan dalam arti integritas fungsional melihat pertanian sebagai sistem nilai dan hubungan yang kompleks, dan menekankan kelemahan sistem yang dihasilkan dari kurangnya pemahaman kita tentang interaksi antara metode produksi dan kelangsungan hidup ekologi dan sosial. Asumsi dasarnya adalah bahwa sistem ini rentan, dan bahwa beberapa elemen fundamentalnya berulang selama periode waktu, cara atau pada tingkat yang tergantung pada kondisi sistem pada tanggal yang lebih awal. Karakteristik genetik hewan dan tanaman pertanian tertentu, misalnya, dan perawatan yang mengubah kesuburan tanah dapat menjadi penting untuk produksi dalam jangka panjang. Secara umum, alam dilihat sebagai aspek yang tidak terpisahkan dari keberlanjutan masyarakat atau integritas fungsional, dan pemahaman ini mendukung strategi untuk menentang dan menghindari perubahan yang tidak dapat diubah. Oleh karena itu, hati-hati merupakan pendekatan yang berharga untuk menghindari konsekuensi negatif dalam hubungan kita dengan alam. Dari perspektif ini, pertanian organik menghasilkan keamanan pangan lebih tinggi daripada yang ditemukan di pertanian konvensional.

Transparansi, informasi, dan pengaruh konsumen

Informasi konsumen merupakan bagian integral dari keamanan pangan. Semakin transparan proses produksi pertanian, semakin konsumen merasa aman. Kepada konsumen, informasi yang dapat dipercaya dan memadai pada dasarnya adalah cara untuk meminimalkan risiko, misal risiko sakit akibat makanan, risiko membeli produk yang merusak lingkungan, atau risiko membeli produk yang tidak menjamin kesejahteraan hewan.

Untuk produk makanan pada umumnya, informasi sampai taraf tertentu dijamin oleh deklarasi produk, yang dimaksudkan untuk menginformasikan konsumen tentang komponen individu. Namun, untuk sebagian besar produk konvensional, tidak ada informasi tentang proses produksi, misal penggunaan pestisida, antibiotik, dll. Pengecualian adalah informasi tentang kesejahteraan hewan dalam produksi misalnya telur, ayam, babi dll, yang sering diketik ke produk itu sendiri. Salah satu cara untuk meningkatkan transparansi dan meringkas berbagai jenis informasi adalah dengan melampirkan label. Saat ini, ada banyak label yang berbeda untuk berbagai jenis produk makanan, termasuk label kualitas konvensional. Salah satu jenis yang paling komprehensif adalah label organik, yang menggabungkan seluruh prinsip dan peraturan untuk jenis pertanian ini, termasuk manajemen lapangan, perawatan hewan, perawatan lingkungan serta pengolahan produk.

Pelabelan adalah sarana untuk memberikan informasi tentang berbagai atribut produk, dan dengan demikian, jika konsumen menghargai atribut ini, untuk meningkatkan penjualan produk yang memakai label. Namun, prasyarat untuk menggunakan label sebagai alat yang efektif adalah bahwa konsumen (1) mengenali, (2) memahami, dan (3) mempercayai label.

Kualitas Label yang melekat pada produk makanan konvensional mewakili berbagai jenis dan menggabungkan sejumlah informasi yang sangat bervariasi. Pengetahuan dan pemahaman konsumen tentang label ini terutama dipengaruhi oleh keberhasilan strategi pemasaran sebelumnya. Namun, sejauh informasi tersebut disediakan oleh produsen sendiri tanpa skema kontrol publik tambahan, itu dapat membawa risiko tidak dipercaya.

Ini juga berlaku untuk produk organik. Karena tidak mungkin bagi konsumen untuk memeriksa keaslian produk-produk tersebut, perlu untuk membangun sistem kontrol dengan aturan yang jelas untuk metode produksi dan pelabelan produk bersertifikat. Penelitian konsumen menunjukkan bahwa label yang dapat dipercaya menjamin produksi organik sangat penting. Hasil menunjukkan bahwa pelabelan yang jelas dan tidak ambigu merupakan faktor penting dalam pembelian makanan organik.

Beberapa negara, seperti Denmark, Swedia, Belanda, Prancis, Jerman, Swiss, dan Austria memiliki label organik nasional. Label sertifikasi Denmark, yang dikendalikan oleh Negara, jelas diakui oleh sekitar 50 hingga 75 persen konsumen. Konsumen Denmark memiliki keyakinan besar dalam sistem kontrol ini, dan itu adalah salah satu alasan mengapa Denmark mungkin memiliki konsumsi pangan organik per kapita tertinggi di dunia. Di beberapa negara, bagaimanapun, ada banyak label yang bersaing. Ini menimbulkan masalah bagi konsumen mencoba untuk membedakan produk pseudo-organik dan "ramah lingkungan" dari produk organik yang otentik. Ini telah menjadi masalah di Jerman dan Amerika Serikat, misalnya, dimana konsumen mengalami kesulitan besar mengidentifikasi keaslian produk organik.

Informasi tentang asal-usul produk makanan merupakan minat khusus bagi konsumen. Di semua negara Eropa, konsumen lebih memilih produk yang dihasilkan di dalam negeri. Ini berlaku untuk produk organik juga, karena produk nasional dianggap paling dapat dipercaya. Kredibilitas melemah dengan jarak dari sumber, terutama karena dua alasan berikut: pertama, konsumen memiliki sedikit kepercayaan dalam sertifikasi dan kontrol asing; dan kedua, konsumen percaya bahwa jarak transportasi yang panjang bertentangan dengan prinsip-prinsip yang mendasari produksi makanan organik. Namun, produk yang berasal dari negara-negara asing adalah masalah yang lebih kecil ketika makanan organik didistribusikan melalui supermarket, karena dalam situasi ini konsumen kurang menyadari asal-usul produk.

Persepsi konsumen tentang asal dapat lebih dipersempit ke produksi lokal. Di beberapa negara (misalnya Jerman, Belanda, Austria) produk yang dibeli langsung dari petani atau dipasar lokal dianggap paling dapat dipercaya di mata konsumen. Jadi, pertanyaan tentang asal berhubungan erat dengan saluran penjualan. Ini berlaku untuk jenis makanan konvensional maupun organik. Untuk produk

makanan yang dibeli di supermarket, konsumen hanya diberi informasi dari negara asal. Sertifikasi organik tidak menjamin kedekatan. Informasi tambahan tentang karakteristik produsen, misal lokasi geografis atau sistem produksi, dapat disediakan oleh produsen sendiri. Namun, untuk makanan organik dan konvensional, informasi semacam itu tidak dikendalikan oleh otoritas publik.

Pengaruh konsumen dapat dipertahankan dalam dua cara: pertama, dengan memilih membeli atau tidak membeli produk, dan kedua, untuk menyatakan kekhawatiran dan kepentingan melalui dewan konsumen dan organisasi. Dalam hal ini, hanya ada beberapa perbedaan antara produk konvensional dan organik. Organisasi petani organik sering memiliki konsumen yang mewakili dll, memastikan bahwa pengembangan aturan juga mencerminkan kekhawatiran konsumen. Namun, anggota-anggota ini sering ditunjuk atau dipilih dalam organisasi itu sendiri, sehingga representasi konsumen penuh tidak mungkin terjadi.

Dampak dari sistem produksi organik

Keamanan sistem pertanian-pangan menggabungkan kurangnya dampak produksi negatif pada manusia dan organisme hidup lainnya, dan lingkungan. Secara umum, risiko dampak lingkungan yang berbahaya lebih rendah dengan organik daripada dengan metode pertanian konvensional. Berkenaan dengan biologi tanah, pertanian organik bisaanya dikaitkan dengan tingkat aktivitas biologis yang lebih tinggi (bakteri (Monera), jamur (Mycota)), springtail (Collembola), tungau (Arachnida), cacing tanah (*Lumbricus terrestris*)), karena rotasi tanaman serbaguna, mengurangi aplikasi nutrisi, dan larangan pestisida. Dalam banyak kasus ada juga surplus nutrisi yang lebih rendah dan lebih sedikit pencucian dengan organik dibandingkan dengan pertanian konvensional. Yang sangat penting, dengan pertanian organik tidak ada pencucian pestisida ke air tanah.

BUDIDAYA ORGANIK DAN KESELAMATAN PANGAN

Prinsip dan regulasi organik

Seperti yang dinyatakan sebelumnya, pertanian organik dapat dibedakan dari pertanian konvensional berdasarkan perhatian khusus untuk nilai-nilai manusia, lingkungan, alam, dan kesejahteraan hewan. Prinsip dasarnya menyediakan platform yang menjamin tingkat keamanan pangan yang tinggi, banyak yang didasarkan pada pendekatan kehati-hatian. Menurut prinsip-prinsip ini, tanggung jawab untuk generasi masa depan menuntut bahwa dasar alamiah untuk kehidupan harus dilestarikan, dan bahwa kerusakan yang tidak dapat diubah harus dihindari. Dalam konteks ini, penggunaan pestisida yang diproduksi industri dan senyawa asing lingkungan lainnya tidak diizinkan dalam pertanian organik. Berdasarkan larangan ini risiko kontaminasi pestisida dalam makanan diminimalkan. Demikian juga organisme yang dimodifikasi secara genetik tidak diizinkan. Larangan ini dapat dianggap sebagai

alternative dan keinginan yang lebih luas untuk hati-hati dan peduli dalam hubungan kita dengan alam daripada penilaian risiko yang mendasari penggunaan, misalnya, pestisida dalam pertanian konvensional. Pengaturan pertanian organik dimaksudkan untuk memastikan bahwa jenis pertanian ini sesuai dengan prinsip dasarnya. Untuk sebagian besar peraturan pertanian organik dan hasil pengolahan dalam tingkat keamanan pangan yang lebih tinggi dalam produk organik.

Penilaian keamanan pangan

Tidak ada bukti ilmiah yang tak terbantahkan bahwa makanan organik lebih sehat daripada makanan konvensional, dan untuk pengetahuan kita, tinjauan keamanan pangan dalam kaitannya dengan pertanian organik dan pengolahan belum dicoba sebelumnya. Dari perspektif keamanan pangan, bagaimanapun, makanan organik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bagian konter konvensional. Ketiadaan GMO dari produk makanan organik meningkatkan keselamatan mereka, sementara konsentrasi nitrat yang lebih rendah dalam sayuran dan produk hewani yang diproduksi secara organik dapat mengurangi risiko kanker dengan mengurangi bahaya pembentukan nitrosamine. Larangan pestisida dalam pertanian organik juga meningkatkan keamanan dengan menjamin tidak adanya residu pestisida dari makanan organik. Larangan pestisida dan aplikasi N yang lebih rendah dalam pertanian organik juga dapat meningkatkan terjadinya senyawa sekunder seperti fenol dalam produk tanaman organik. Ini dapat menyebabkan tingkat keamanan pangan yang lebih tinggi karena beberapa senyawa sekunder dianggap untuk mencegah timbulnya kanker. Namun, hasil negatif yang berpotensi dari larangan pestisida adalah bahwa hal itu dapat mendukung tingkat mikotoksin yang lebih tinggi dalam sereal, membuat mereka lebih beracun. Akhirnya, larangan pupuk sintetis dan pengatur pertumbuhan harus meningkatkan keamanan pangan dengan mengurangi konsentrasi logam berat dan residu pengatur pertumbuhan dalam produk tanaman yang tumbuh secara organik.

Diperpanjangnya akses ke area out-door untuk hewan yang diproduksi secara organik dapat memiliki efek positif atau negatif pada keamanan makanan. Keselamatan dapat dikurangi melalui resiko zoonosis yang lebih tinggi, yang disebabkan oleh transfer infeksi dari tanah, parasit, tikus, tikus dan burung. Sebaliknya, keamanan pangan dapat ditingkatkan dengan tingkat penumpukan yang lebih rendah dan tekanan infeksi yang lebih rendah yang cenderung menetralkan risiko zoonosis dalam pertanian organik. Selain itu, penggunaan kekeruhan wajib dapat mengurangi jumlah bakteri usus yang berbahaya. Roughages (misalnya rumput) diharapkan untuk menyediakan konsentrasi CLA yang lebih tinggi dalam organik dibandingkan dengan susu konvensional, sehingga meningkatkan keamanan makanan dengan mengurangi risiko kanker dan arteriosklerosis. Penggunaan obat yang dibatasi dalam produksi hewan organik meningkatkan keamanan pangan dengan menurunkan insiden residu pada produk hewani dan mengurangi risiko transfer gen resistensi dari hewan ke patogen manusia.

Yang paling penting, pengaturan pemrosesan menghasilkan keamanan produk yang lebih tinggi dalam makanan organik, karena pembatasan 5% pada konstituen non-organik, dan larangan iradiasi, zat pewarna, pemanis, aditif sintetis, perasa, GMO, dan asam lemak trans. Berkenaan dengan keamanan sistem pangan agribisnis (yaitu pasokan, distribusi, transparansi, kedekatan, informasi, pengaruh konsumen, dan kurangnya dampak produksi negatif), meskipun prinsip keselamatan dasar berlaku untuk pertanian organik dalam semua bentuknya, ini belum diterjemahkan ke dalam peraturan. Namun, label organik memberi konsumen informasi lebih banyak tentang keseluruhan proses produksi, dengan demikian menunjukkan keamanan yang lebih tinggi dengan produk organik.

Mengenai pasokan makanan di tingkat global terdapat dua perspektif keberlanjutan. Perspektif kecukupan sumber daya menunjukkan tingkat keamanan pangan yang lebih rendah dengan organik dibandingkan dengan produk konvensional sementara perspektif integritas fungsional menunjukkan sebaliknya. Secara umum, risiko dampak lingkungan yang berbahaya lebih rendah dengan organik daripada dengan metode konvensional, menghasilkan tingkat keamanan pangan yang lebih tinggi.

RESPONSES PERUBAHAN DALAM KEAMANAN PANGAN

Seperti ditunjukkan pada Gambar. 1, kerangka DSIR dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai aspek keamanan pangan. Kekuatan penggerak berhubungan dengan keamanan produk melalui I) penggunaan transgenik, nitrogen, pestisida, pupuk dan pengatur pertumbuhan, II) perumahan hewan, makanan dan perawatan medis (penggunaan obat, hormon, area di luar pintu, komposisi pakan, dll.) , dan III) pengolahan makanan (aditif, teknologi dan spesialisasi).

Kekuatan penggerak juga dapat dikaitkan dengan keamanan sistem pertanian-pangan melalui I) penggunaan teknologi, II) rantai distribusi, dan III) pengembangan struktural produksi pertanian, pengolahan dan pemasaran.

Perubahan dalam (atau keadaan) keamanan produk dapat diidentifikasi secara langsung dalam makanan dengan mengukur kandungan konstituennya. Sebaliknya, keadaan aman dari sistem pangan agribisnis dapat dinilai dengan mengevaluasi I) keamanan pasokan dan distribusi produk pertanian (produksi berkelanjutan) dan II) tingkat transparansi, informasi dan pengaruh konsumen yang terkait dengan jenis produk pertanian (label / kontrol).

Kerangka DSIR juga menggabungkan dampak dari keadaan keamanan pangan pada kesehatan manusia (penyakit atau kesehatan dan dampak produksi pada manusia) dan lingkungan dan alam (konservasi alam, perlindungan permukaan dan kualitas air tanah, dll.).

Dampak dan keadaan keamanan pangan ini dapat menghasilkan tanggapan oleh berbagai kelompok di masyarakat. Pertama, pihak berwenang dapat merespon dengan mengubah kebijakan pangan dan

pertanian, termasuk pengaturan pertanian organik dan pengolahan makanan, subsidi kepada petani, dan sampai ke staf restoran umum. Industri agribisnis makanan juga dapat bereaksi dengan penerapan standar keselamatan dan kualitas secara sukarela.

Konsumen memainkan peran sentral dalam pertanyaan keamanan pangan. Jelas, kondisi penyakit dan kesehatan di konsumen dipengaruhi oleh komposisi diet, meskipun mungkin sulit untuk mengidentifikasi efek langsung untuk komponen individu atau produk makanan. Tinjauan literatur ilmu sosial yang relevan mengungkapkan bahwa manfaat kesehatan yang besar muncul dari konsumsi makanan organik karena perubahan yang terkait dalam pola konsumsi makanan atau komposisi diet. Didokumentasikan bahwa perubahan dalam komposisi diet untuk "pengguna berat" makanan organik memang terjadi. Misalnya, ada keinginan di antara konsumen makanan organik untuk makan lebih sedikit produk daging dan lebih banyak sayuran untuk alasan lingkungan dan etis yang timbul dari tuntutan pembangunan berkelanjutan. Komposisi makanan organik konsumen juga dapat memiliki implikasi positif bagi kesehatan. Ini meningkatkan keamanan produk organik. Persepsi konsumen juga mempengaruhi keamanan makanan. Penelitian psikologi dan sosiologis telah menetapkan bahwa makanan membuat kontribusi yang sangat penting untuk kualitas kehidupan sehari-hari. Atas dasar ini dapat diasumsikan bahwa konsumsi makanan organik dapat membantu meringankan perasaan tidak aman, sehingga meningkatkan keamanan makanan organik yang dirasakan.

Akhirnya, LSM yang berbeda juga dapat menanggapi negara dan dampak penilaian keamanan pangan dalam produksi organik. Misalnya, asosiasi petani dan organisasi lain dapat mengubah peraturan untuk bertani.

KESIMPULAN

Dalam pertanian organik, cara berpikir holistik telah mengilustrasikan kebutuhan akan persepsi yang lebih luas tentang keamanan pangan daripada yang digunakan secara tradisional. Telah ditunjukkan bahwa kerangka DSIR adalah alat yang sangat berguna untuk memberikan pemahaman yang lebih luas tentang konsep keamanan pangan.

Secara umum, keamanan makanan lebih besar dengan organik dibandingkan dengan produk konvensional. Namun, berbagai peluang ada untuk meningkatkannya di kedua jenis pertanian di masa depan. Penting untuk mengambil pendekatan pencegahan terhadap teknologi baru, untuk mengurangi efek negatifnya pada manusia, lingkungan dan alam. Jika pelabelan, kontrol dan sertifikasi berfungsi dengan baik, pemakaian label ke produk makanan meningkatkan keamanan pangan; dan dalam konteks ini label organik memiliki kelebihan yang signifikan. Namun demikian, ada peluang untuk memperbaiki

label organik, misalnya dengan memasukkan informasi terkontrol tentang asal produk. Demikian pula, peraturan organik dan keamanan pangan dapat ditingkatkan dengan memperkenalkan aturan yang mengatur pemrosesan, distribusi dan pemasaran produk organik. Secara umum, keamanan makanan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan pengaruh konsumen pada produksi pangan lebih dari yang ditentukan oleh dompet.

REFERENCES

1. Genevni, The 2000-2001 food safety education campaign. <http://europa.eu.int/com./dgs/healthconsumer/events/eveNT35-en.pdf> (2001)
2. Scandurra L, An Overview of the European Organic Food Market. Quality and Communication for the Organic Market. Proceedings of the Sixth IFOAM Trade Conference. International Federation of Organic Agriculture Movements, Tholey-Theley, Germany (2000).
3. Schmidt G and Willer H, Organic farming in Europe – Provisional Statistics 2001, SÖL, <http://organic-europe.net/europe-eu/europe-eu/statistics.asp> (2001).
4. IFOAM, Basic Standards for organic farming and processing, 2ND draft 2002 (2001).
5. Wier M. and Calverley C, Market Potential for Organic Foods in Europe, *British Food Journal* 1 (in press).
6. Wehrle F, Coop NATURAplan. Proceedings 2nd International Seminar “Organins in the Supermarket”, IFOAM 2000 – The World Grows Organic, Eds: Carol Haest and Urs Meier, 25 to 26 August 2000, Basel (2001).
7. Huang CL, Simultaneous Equation Model for Estimating Consumer Risk Perceptions, Attitudes, and Willingness-to-Pay for Residue-Free Produce, *Journal of Consumer Affairs* 27:377-396 (1993).
8. Huang CL, Consumer Preferences and Attitudes Towards Organically Grown Produce, *European Review of Agricultural Economics* 23(3-4):331-342 (1996).
9. Jolly DA., Differences between Buyers and Nonbuyers of Organic Produce and Willingsness to Pay Organic Price Premiums, *Journal of Agribusiness* 9(1):97-111 (1991).
10. Misra, S, Huang CL and Ott SL, Consumer Willingness to Pay for Pesticide-Free Fresh Produce, *Western Journal of Agricultural Economics* 16(2):218-227 (1991).
11. Goldman BJ and KL Clancy A Survey of Organic Produce Purchases and Related Attitudes of Food Cooperative Shoppers, *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol.6, No.2, pp.89-95. (1991)
12. Land B, Consumers´ Dietary Patterns and Desires for Change, MAPP Working paper, 31, Roskilde University, Denmark (1998).
13. Kramer C, Food safety: The Consumer Side of the Environmental Issue, *Southern Journal of Agricultural Economics*, 22 (1):33-40 (1990).
14. van Ravenswaay E, How Much Food Safety Do Consumers Want? An Analysis of Current Studies and Strategies for Future Research, in Clancy, K (ed.), *Consumer Demands in the Marketplace*, Proceedings of a workshop held in Airlie, Virginia, Oct.27-29, 1986, Resources for the Future, Washington, D.C. (1986).
15. Sachs C, Balir D and Richter C, Consumer Pesticide Concerns: A 1965 and 1984 Comparison, *The Journal of Consumers Affairs* 21(1):96-107 (1987).
16. Jolly DH, Schutz K, Diaz-Knauf and Johal J, Organic Foods: Consumer Attitudes and Use, *Food Technology* 43:60-66 (1989).
17. Foster V and Mourato S, Behavioural Consistency, Statistical Specification and Validity in the Contingent Ranking Method: Evidence from a Survey on the Impacts of Pesticide Use in the UK, Working Paper GEC 97-09, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, Norwich (1997).
18. Brombacher J and Hamm U, Ausgaben für eine Ernährung mit Lebensmitteln aus alternativen Anbau. *Agra Europe* 7:1-11 (1990).

19. Hack MD, Organically Grown Products: Perception, Preferences and Motives of Dutch Consumers, *Acta Horticulturae* 340:247-253(1995).
20. Menghi A, Consumer Response to Ecological Milk in Sweden, Swedish Agricultural University, Uppsala (1997).
21. Regeringen, Fødevare sikkerhed. Hovedrapport. Danmark som foregangsland. Fødevareministeriet (in Danish) (1998).
22. OECD, Environmental indicators for agriculture. OECD, Paris (1997).
23. EEA, Environmental signals 2000, European Environmental Agency regular indicator report. Environmental assessment report, 6, 108 pp (2000).
24. Stolze M, Piorr A, Häring A and Dabbert S, The environmental impact of organic farming in Europe. Organic farming in Europe: Economics and Policy. Vol. 6. University of Hohemheim, Germany. ISBN 3-933403-05-7, ISSN 1437-6512 (2000).
25. Hansen B, Alrøe HF and Kristensen ES, Approaches to assess the environmental impact from organic farming – with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 83:11-26 (2000).
26. O´Doherty Jensen K, Nygaard Larsen H., Mølgaard JP, Andersen J-O, Tingstad A, Marckmann P and Astrup A, Organic foods and Human Health, In: Organic food and farming. Proceedings. Towards partnership and action in Europe, 11-12 May 2001, Copenhagen, Denmark, The Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, pp 172-177 (2001).
27. Porter WP, Jaeger JW and Carlson IH, Endocrine, immune, and behavioral effects of aldicarb (carbonate), atrazine (triazine) and nitrate (fertiliser) mixtures at groundwater concentrations. *Toxicology and Industrial Health* 15:133-150 (1999).
28. Hansen B, Kristensen ES, Grant R, Høgh-Jensen H, Simmelgaard SE and Olesen JE. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems – a systems modelling approach. *European Journal of Agriculture* 13:65-82 (2000).
29. Schulz DG, Koch K, Kromer K-H and Köpke U, Quality comparison of mineral, organic and biodynamic cultivation of potatoes: Contents, strength criteria, sensory investigations, and picture-creating methods. In: Tufts University School of Nutrition Science and Policy, editor. Proceedings of the International Conference of Agricultural Production and Nutrition, Boston, Massachusetts, USA, 19-21 March 1997, pp. 115-120 (1997).
30. Rembialkowska E, Comparison of the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 8/49(4):1726 (1999).
31. Schuphan W, Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. Results of 12 years' experiments with vegetables (1960-1972). *Qual PI PI Fds Hum Nutr* 4:333-358 (1974).
33. Dahlstedt L and Dlouhý J, *Vår Foda*, 8:39-41 (1995).
34. Eltun R, The Apelsvoll cropping system experiment III. Yield and grain quality of cereals. *Norw J. Agric Sci*, 10(1):7-22 (1996).
35. Haglund Å, Johansson L and Dahlstedt L, Sensory evaluation of carrots from ecological and conventional growing systems. *Food Quality and Preference* 10:23-29 (1998).
36. Storková-Turnerová J and Prugar J, Ernährungsphysiologische Qualität von ökologisch and konventionell agebauten Kartoffelsorten in den Erntejahren 1994-1996. Dresden: Deutsche Gesellschaft Für Qualitätsforschung (1998).
37. Lund P, Characterization of alternatively produced milk. *Milchwissenschaft* 46(3):166-169 (1991).
38. Hogstad S, Risvik E and Steinsholt K, Sensory quality and chemical composition in carrots: a multivariate study. *Acta Agric Scand. Section B, Soil and Plant Science* 47(4):253-264 (1997).
39. Hansen H, Comparison of chemical and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. *Qual PI PI Fds Hum Nutr* 30:203-211 (1981).
40. Woese K, Lange D, Boess C and Bögl KW, A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 7 :281-293 (1997).
41. Worthington V, Effects of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies* 4(1):58-69 (1998).

42. Büchert A, Indtagelse af pesticider gennem kosten. Konsulentrapport fra Veterinær- og Fødevarerdirektoratet (1998).
43. DEPA, Report from the sub-committee on the environment and health. Danish Environmental Protection Agency. [<http://www.mst.dk/udgiv/publications/2000/87-7944-325-7/html>] (2000).
44. Andersson A and Bergh T, Innehåll af hälsovådliga ämnen. Bekämpningsmedelsrester i några grönsaker och bär. Vår Föda 8:22-24 (1995).
45. Slanina P, What do we know about the quality of organic foods? Vår Föda 8:75-77 (1995).
46. Poulsen ME, Andersen JH, Granby K and Christensen HB, Pesticidrester i fødevarer 1998, Fødevarerdirektoratet, 5-83 (1998).
47. Brandt K and Mølgaard JP, Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? Journal of the Science of Food and Agriculture 81:924-931 (2001).
48. Jørgensen K, Larsen EH., Petersen A., Lund KH, Hilbert G and Andersen NL, Kemiske forureninger. Overvågningssystem for levnedsmidler 1993-1997. Del 2. Fødevarerdirektoratet (2000).
49. Juhler RK and Vahl M, Residues of chlormequat and mepiquat in grain-results from the Danish National Pesticide Survey. J. AOAC Int 82(2):331-336 (1999).
50. Torner H, Blottner S, Kuhla S, Langhammer M, Alm H and Tuchscherer A, Influence of chlorocholinechloride-treated wheat on selected in vitro fertility parameters in male mice. Reprod Toxicol 13(5):399-404 (1999).
51. Langhammer M, Kuhla S, Scheider F, Renne U, Spitschak M and Hagemeister H, Zum einfluss von chlorcholinchlorid-behandeltem weizen auf ausgewählte parameter der fruchtbarkeit weiblicher mäuse. J. Anim. Physiol a Anim Nutr 81:190-202 (1999).
52. Danielsen V and Eklundh Larsen A, CCC-behandlet hvede som foder og strøelse til smågrise og sopolte. Statens Husdyrbrugsforsøg (in Danish) (1989).
53. Danielsen V, Eklundh Larsen A. and Binder M, CCC-behandlet hvede som foder og strøelse til gylte og 1. Lægsøer. Statens Husdyrbrugsforsøg (in Danish) (1989).
54. Danielsen V and Eklundh Larsen A, Roundup- og ceronebehandlet byg til svin. Statens Husdyrbrugsforsøg (in Danish), 3-55 (1990).
55. Murray CJ, Salmonella in the environment. Rev sci tech Off int Epiz 10:765-785 (1991).
56. Berndtson E, Campylobacter in broiler chickens. The mode of spread in chicken flocks with special reference to food hygiene (thesis). Sveriges Lantbruksuniversitetet (1996).
57. Jørgensen J, Dahl J and Wingstrand A, The effect of feeding pellets, meal and heat treatment on the Salmonella-prevalence of finishing pigs. Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, 5-7 August, Washington, USA, pp. 308-312 (1999).
58. Jahreis G, Krebshemmende Fettsäuren in Milch und Rindfleisch. Ernähr Umsch 44(5):168-172 (1997).
59. Danish Residue Results 1999, Re 97/747/EC (2000). <http://foedevaredirektoratet.dk/ko...kontrolinformation/resistens>.
60. Bennedsgaard TW, Thamsborg ST, Jensen J and Aarestrup F, Forbrug af medicin og lignende – miljø og sundhedsmæssige konsekvenser. Delrapport A.3.6 til Økologiske scenarier for Danmark under Bichel-udvalget (in Danish) (1998).
61. DEPA, Report from the Bichel Committee – Organic Scenarios for Denmark. Danish Environmental Protection Agency. [<http://www.mst.dk/udgiv/publications/2001/87-7944-622-1/html>] (2001).
62. Rollin B, Ethics, science, and antimicrobial resistance. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 14:29-37 (2001).
63. Thompson PB, The varieties of sustainability in livestock farming (1997)
64. Sylvander B, "Conventions on Quality in the Fruit and Vegetables Sector: Results on the Organic Sector", Acta Horticulture 340, 241-246 (1995).
65. Haest, From Farmer to Shelf: Trade of Organically Grown Products, Ecology and Farming 1(1):9-11 (1990).
66. Trijp HCM, Steenkamp J-BEM and Candell MJJM, Quality Labeling as Instrument to Create Product Equity: The case of IKB in the Netherlands, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (1997).
67. Infood, Kvalitativ analyse af forbrugernes holdninger til økologiske fødevarer, <http://www.ecoweb/infood/> (1998).

68. Scan-Ad, Grøn Analyse, Del 1 and 2, Scan-Ad, Odense (1998).
69. Bjerke F, Forbrugernes interesse for økologiske produkter, Roskilde University, Denmark (in Danish) (1992).
70. Hamm U and Michelsen J, Organic Agriculture in a Market Economy. Perspectives from Germany and Denmark, in Østergaard, T. (ed.), Fundamentals of Organic Agriculture - Proceedings from the 11th IFOAM International Scientific Conference, August 11-15, 1996, Copenhagen (1996).
71. Krämer A, Harting B and Stadtfeld S, Siegeszug der "Bio-Lebensmittel" im Handel?, <http://www.agp.unibonn.de/mafo/staff/oeko3a.htm> (1998).
72. CMA, Einstellungen und Marktschätzungen aus Verbrauchersicht zu alternativen Nahrungsmitteln/Biokost/Ökoprodukten insbesondere zu Obst und Gemüse. MAFO Memo No 621, Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft, Bonn (1996).
73. The Natural Marketing Institute, Organic Consumer Trends 2001, The Natural Marketing Institute, Harleysville (2001).
74. Halkier B and Holm L, "Danske forbrugeres tillid og mistillid til mad". Presentation at Conference on Consumer Research, in Copenhagen, November 21th, 2001 (2001).
75. Infood, Kvalitativ analyse af forbrugernes holdninger, <http://www.ecoweb/infood/> (1997).
76. Meier-Ploeger A, Merkle W, Mey I and Wörner F, Stärkung des Verbrauchs ökologischer Lebensmittel. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden (1996).
77. Pentz W, Speisekartoffeln – Direktabsatz ein vielseitiges Geschäft, Kartoffelbau 45:358-361 (1994).
78. Wessel A, Alles Bio oder was? Qualität und Productsicherheit bleiben Thema Nummer eins. Lebensmittelzeitung 2:53-56 (1996).
79. Will B, Raus aus der Nische. Öko-Produkte auf dem Weg zum Milliardengeschäft, Lebensmittelzeitung 30:36-38 (1978).
80. Zenner S and R von Ziehlberg, Der Markt für Bio-Produkte in Österreich. Working Paper No. 8, Institut für Agrarökonomie der Universität Kiel, Lehrstuhl für Agrarmarketing, Christian-Albrechts University, Kiel (1998).
81. Weibel F, Bickel R, Leuthold S, Alföldi T and Niggli U, Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. Proceedings of the XXV International Horticultural Congress; Bruxelles 2-7 August 1998. Part 7: Quality of Horticultural Products. In: Herregods M., editor, 427 pp (2000).
82. Levite D, Adrian M and Tamm L, Preliminary results on contents of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards. Abstract from 6th International Congress on Organic Viticulture, 25-26 August, Basel, Switzerland (2000).
83. Jorhem L and Slanina P, Does organic farming reduce the content of Cd and certain other trace metals in plant foods? A pilot study. J. Sci Food Agric 80:43-48 (2000).
84. Codex Alimentarius Commission/GL 32, Joint FAO/WHO food standards programme: Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods (1999).

Tabel 1. Definisi keamanan pangan. Definisi ini luas, termasuk aspek keamanan produk dan keamanan sistem pangan agribisnis.

KEAMANAN MAKANAN	
Keamanan produk	Keamanan Sistem Pangan Agribisnis
<ul style="list-style-type: none">• Keamanan, non-toksisitas pada makanan• Keamanan, nilai gizi makanan bergizi• Keamanan deklarasi (semua komponen makanan ditunjukkan pada deklarasi)• Keamanan label (makanan organik benar-benar organik)	<ul style="list-style-type: none">• Keamanan ketersediaan• Keamanan distribusi• Keamanan transparansi dan kedekatan• Keamanan pengaruh konsumen terhadap produksi pangan• Keamanan informasi pada seluruh proses produksi makanan (misalnya dengan menggunakan label)• Keamanan, tidak ada dampak negatif dari praktik produksi pada manusia dan organisme hidup lainnya, lingkungan, iklim dll

Definisi tradisional (misalnya diberikan oleh otoritas Denmark)

Tabel 2. Pengaruh tingkat nitrogen (N) yang lebih rendah pada keamanan produk dalam pertanian organik (dibandingkan dengan pertanian konvensional).

Unsur	Potensi efek pada kesehatan manusia	Keselamatan Produk dalam produk organik				
		Produk	Kekuatan Pendorong	Konsentrasi unsur	Dampak terhadap kesehatan manusia	Referensi
Bahan kering	Tidak ada	Daun sayur dan kentang	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional	5 – 40% lebih tinggi dari produk konvensional	Tidak ada	29-31
Protein	?	Sereal	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional	10-2-% lebih rendah dari produk konvensional	Tidak ada	33-35
Vitamin C	?	Sayuran, susu	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional	5-90% lebih tinggi dari produk konvensional	Tidak ada	31, 36, 37
Karoten	?	Wortel	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional	Lebih rendah dari produk konvensional	Tidak ada	38
Nitrat	Karsinogen	Bayam, kentang	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional	30-90% lebih rendah dari produk konvensional	Positif	30,31,36,39

Tabel 3. Perkiraan konsumsi pestisida rata-rata pada produk makanan domestik dan asing di Denmark (μg hari⁻¹) .42

Jenis produk	Domestic	Dari luar negeri	Total
Buah dan sayur	58	104	162
Biji2an dan produk biji2an	21	5	27
Produk makanan ternak	<1	<1	<1
Ikan dan produk ikan	<1	<1	<1
Air minum	<1	<1	<1
Total	80	110	190

Tabel 4. Pengaruh larangan pestisida pada keamanan produk di pertanian organik (dibandingkan dengan pertanian konvensional). (Dimodifikasi dari 26).

Senyawa	Potensi dampak terhadap kesehatan manusia	Keamanan produk dalam produk organic				
		Produk	Kekuatan pendorong	Negara : konsentrasi senyawa	Dampak pada kesehatan manusia	Referensi
Residu pestisida	Reproduksi, system syaraf dan kekebalan tubuh : karsinogenik	Sayuran, buah dan biji2an	Larangan pestisida	Tidak ada atau kandungan yang sangat rendah pada produk organic	Positif, terutama pada anak-anak, wanita hamil / janin	44-46
Fenol (perasa, pengawet)	Mencegah terhadap kanker dan penyakit kardiovaskuler	Apel dan tanaman merambat	Kandungan N lebih rendah dari produk konvensional : larangan pestisida	Lebih tinggi dari produk konvensional	?	81-82
Mikotozin (okratozin)	Hati, ginjal, system syaraf : karsinogenik	Biji2an	Larangan penyimpanan : larangan pestisida	Lebih tinggi dari produk konvensional	Negative	48
Mikotozin (Aflatoksin)	Hati, ginjal, system syaraf : karsinogenik	Susu	? (larangan pestisida)	Tidak ada dalam produk organic (12-15 ppt dalam produk konvensional)	Positif	37

Tabel 5. Pengaruh larangan pupuk sintetis dan pengatur pertumbuhan pada keamanan produk dalam produksi tanaman organik (dibandingkan dengan pertanian konvensional). (Dimodifikasi dari 26).

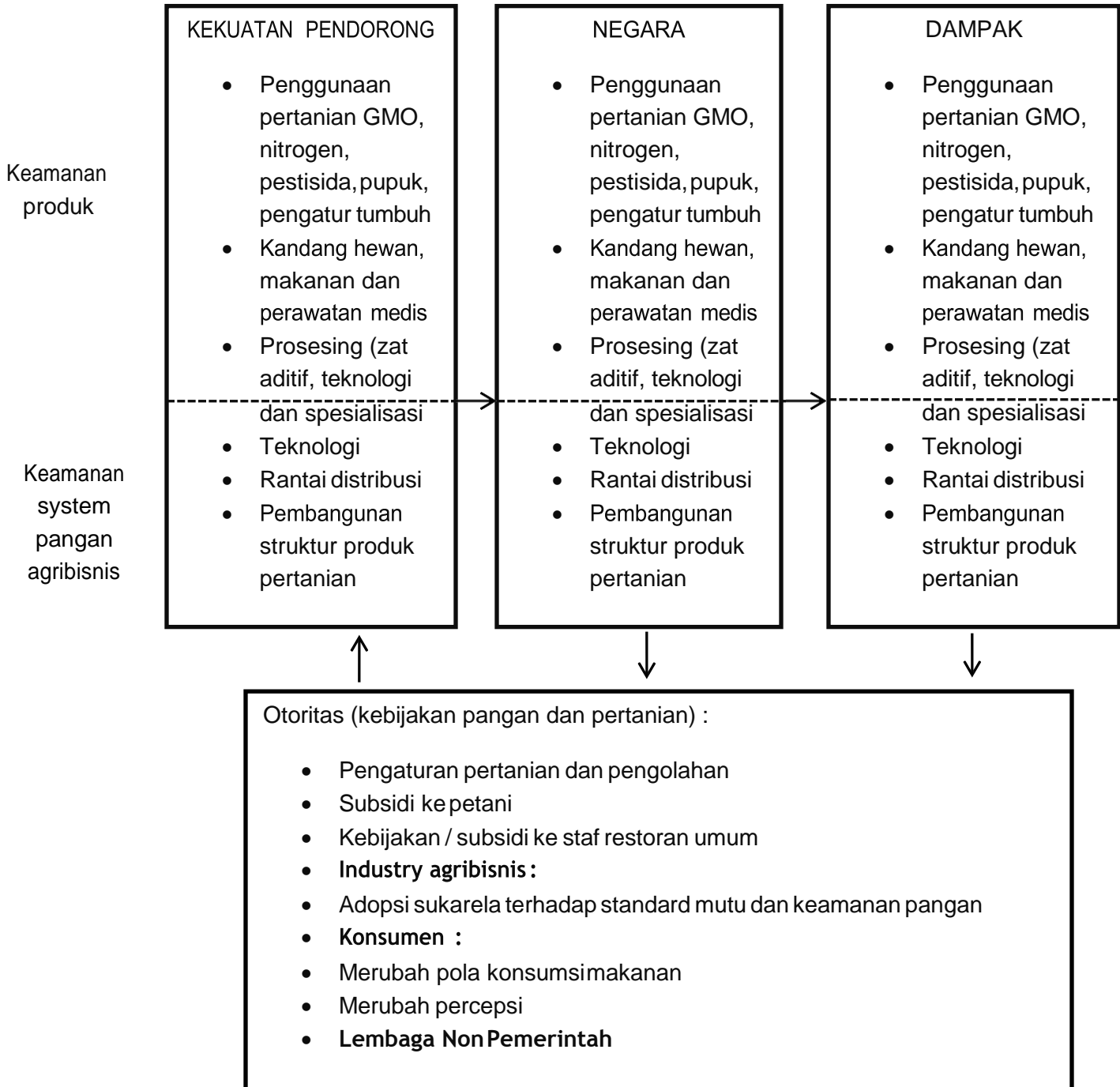
Unsur / Senyawa	Potensi dampak terhadap kesehatan manusia	Keamanan produk dalam produk organik				
		Produk	Kekuatan pendorong	Negara : konsentrasi senyawa	Dampak pada kesehatan manusia	Referensi
Logam berat	?	Biji2an, wortel, kentang	Larangan pupuk sintetis	Sama atau lebih rendah dari produk konvensional	Positif	30, 34, 83
Residu zat pengatur tumbuh	Reproduksi	Biji2an	Larangan zat pengatur tumbuh	Tidak ada dalam produk organik (ada pada 64 dari 77 sampel produk konvensional)	Positif	49

Tabel 6. Pengaruh peraturan pada keamanan produk dalam produksi hewan organik (dibandingkan dengan pertanian konvensional). (Dimodifikasi dari 26).

Senyawa atau organisme	Potensi dampak terhadap kesehatan manusia	Keamanan produk dalam produk organik			
		Kekuatan pendorong	Negara : konsentrasi senyawa	Dampak pada kesehatan manusia	Referensi
Asam linolik terkonjugasi dalam susu	Mencegah kanker dan arteriosclerosis	Lebih banyak pakan rumput	Lebih tinggi dari produk konvensional	Positif	58
Salmonella dan campilobacter	Infeksi	Perluasan penggunaan diluar area. Penggunaan serta wajib	Lebih rendah / lebih tinggi dari produk konvensional	Positif dan negative	Ole Heuer pers.com ; Frank Aarestrup, pers.com;57
Residu obat	Transfer gen yang resisten dari ternak ke pathogen manusia	Penggunaan obat terlarang, waktu retensi ganda	Kemungkinan lebih rendah dari produk konvensional	Positif	61

Legenda:

Gambar 1. Kerangka kerja DSIR untuk memahami berbagai aspek keamanan pangan. (Dimodifikasi dari 22).



Assessment of food safety in organic farming

Birgitte Hansen¹, Hugo Fjelsted Alrøe¹, Erik Steen Kristensen¹, and Mette Wier²

¹*Danish Research Centre for Organic Farming (DARCOF), Foulum, Post box 50, DK-8830 Tjele, Denmark*

²*AKF, Institute of Local Government Studies, Denmark*

DARCOF Working Papers no. 52

January 2002

Abstract: Public concern about food safety in Europe has grown in response to the BSE scandal and problems with *Salmonella* and *Campylobacter*, etc. Such health and safety considerations are among the most important incentives for buying organic food, and have helped to promote rapid growth in the organic sector.

Against this background the present article reviews food safety from an organic perspective. To our knowledge this has not been done previously. A novel definition is introduced which incorporates safety aspects of both the product and the agri-food-system. A Driving force-State-Impact-Response (DSIR) framework, that incorporates recent findings relating to organic products, is employed to analyse processes that control the safety of food. The safety of the agri-food-system is still poorly understood, but an introduction to the concept is given because of its relevance in an holistic organic setting.

It is generally felt that safety is greater with organic than with conventional foods, mainly because of the precautionary principle followed in the formulation of organic regulations and in the assessment of food safety. High standards of product safety in organic foods are promoted by a) lower nitrogen applications (which reduce nitrate concentrations), b) the ban on pesticides (which results in almost no pesticide residues), and c) the ban on prophylactics and the requirement for double retention times in animal production systems (to ensure low concentrations of medicine residues). These effects may minimise the incidence of cancer and the transfer of resistance genes from animal production systems to human pathogens.

Examples of reduced product safety in organic products can also be found, for example: a) mycotoxins in organic cereals exposed to inappropriate storage conditions, and b) *Salmonella* and *Campylobacter* infections caused by the extended exposure of animals to out-door conditions. It is however possible to reduce these risks. In particular, regulation of the processing of organic foods results in higher product safety due to a limit of no more than 5% non-organic components, and the ban on irradiation, colouring agents, sweeteners, synthetic additives, flavouring, GMOs and trans fatty acids. There seems to be a trend towards higher agri-food-system safety in organic compared to conventional farming systems due to a) the provision of more information through the labelling of organic food, and b) lower impacts on the environment.

Keywords: food safety; product safety, agri-food-system safety, organic farming; Driving force-State-Impact-Response (DSIR) framework,

INTRODUCTION

Within the EU, consumer interest in food safety has grown markedly in recent years. In 1997, the European Commission conducted a Eurobarometer study that focused specifically on consumer attitudes. This revealed that 67.9% of consumers were concerned about the safety of foodstuffs.¹ These findings motivated the introduction of an information campaign on food safety (1998-1999) which revealed that consumers were principally concerned about: I) labelling (particularly E numbers and other food safety elements), II) the traceability of foodstuffs, and III) genetically modified organisms.

Public worries about food safety relate mainly to the different specific agri-food-environment problems that have recently been encountered in Europe. These include:

- the discovery of animals with BSE,
- the increased occurrence of Salmonella in meat and eggs,
- the increased occurrence of Campylobacter in meat,
- the finding of Listeria in some dairy products,
- the increased occurrence of dioxins in food and feed,
- excessive amounts of pesticides, antibiotics, additives, etc. in food,
- the presence of toxic fungi in stored foods,
- criminal activity: the discovery of wine containing wood alcohol, polluted cooking oil etc.,
- the pollution of drinking water with pesticides and nitrate,
- GMO-polluted organic food products, and
- deception in the sale of conventional foods as organic products.

In response to the increasing consumer demands and Government policy initiatives, organic farming has developed rapidly throughout Western Europe. The market share of organic products is increasing, albeit differently, in each of the European Union (EU) countries. It is predicted that by 2005 these products will account for 5 to 10 per cent of market share, with opportunities for every category of product.² In absolute terms, Germany is the largest market in the EU. In percentage terms, however, the proportion of the domestic market is biggest in Denmark, Switzerland, Austria and Sweden. Market growth is most rapid in Great Britain (25-30%). Highest consumption levels tend to occur in northern Europe, while the lowest levels tend to be in the south.² In some countries the rate of growth in organically farmed land between 1993 and 2000 has been very high, rising from 2.4 to 8.0% in Austria, 1.1 to 6.3 % in Sweden and 0.8 to 6.2% in Denmark.³

Organic farming is distinguished from conventional agriculture by exercising particular respect for human values, the environment, nature, and animal welfare, etc. This regard is incorporated in the basic principles of organic farming, as formulated by the International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). The main principles for organic farming and food processing include:⁴

- the production of food of high quality in sufficient quantities,
- operation within natural cycles and closed systems as far as possible, drawing upon local resources,
- the maintenance and long term improvement of the fertility and sustainability of soils,
- the creation of a harmonious balance between crop production and animal husbandry,
- the securing of high levels of animal welfare,
- the fostering of local and regional production and supply chains, and
- the provision of support for the establishment of an entire production, processing and distribution chain that is both socially and ecologically justifiable.

These basic principles provide organic farming with a platform for ensuring high levels of food safety, even though the safety of food is not directly specified in the principles.

In Denmark, health and/or environmental concerns reflect a lack of trust in conventional products. They constitute the main reason for buying organic produce, which are widely associated with the concepts of food quality and safety.⁵ The same pattern is seen in Switzerland (Coop NATURAplan) where health concerns also receive top priority.⁶ Organic foods are exceptional in that consumer risk perceptions play an important role in determining demand,⁷ high levels of concern being related to the frequency of organic purchases.⁸⁻¹² In general, pesticide residues are of greatest concern,¹³⁻¹⁶ and a household which associates conventional foods with a high level of health risk should be willing to pay more for organic food that contains no pesticides. One study¹⁷ suggests that worries about natural biodiversity may be an important factor in the assessment of the attributes of food products. In a wider context, several studies have found that environmental considerations are an important motivation for buying organic produce.^{11,18,19} Concern for the welfare of domestic animals may be another factor that leads to consumer preference for organic products.²⁰

In view of the continuing public concerns about food safety, perceived health advantages of organic products, and the recent expansion in organic farming, there is a need to evaluate food safety throughout the organic system. The present article provides a novel definition of food safety which covers both product safety and the safety of the agri-food-system. Subsequently different food safety aspects are identified and selected using a DSIR (DDriving force, SState, IImpact and RResponse) framework. The state of product safety and the safety of the agri-food-system is then assessed in organic compared to conventional production, and driving forces and impacts are identified. Finally, the DSIR framework is used to discuss different responses and reactions to food safety.

DEFINITION OF FOOD SAFETY

Traditionally, food safety is defined in a narrow sense. Safe food is produce that one can eat without becoming ill. It is also food that is rich in health-promoting substances, all essential components of which are shown in a declaration (e.g. Danish authorities²¹). In Table 1 these features are referred to as 'product safety'.

As mentioned, a broader and more differentiated definition of food safety is also given in this paper. This incorporates wider aspects of food safety, as seen from an holistic organic point of view. In this context food safety relates to the safety / security of the production system, as inferred by the key words: supply, distribution, transparency, proximity, information and consumer influence, as well as the lack of negative production impacts on humans and other living organisms, the environment, and climate etc. (Table 1).

ASPECTS OF FOOD SAFETY

In the present review, the DSIR framework is used to organise these various aspects of food safety. The model is based on the DSR framework developed by the OECD²², including some aspects from the DPSIR scheme developed by EEA.²³ The DSR model was originally developed to ensure consistency between environmental and agricultural policies, and to promote a sustainable development in agriculture. The framework has been used in several investigations; for example, where interest has focused on an assessment of the environmental impact of organic farming.^{24,25}

The DSIR framework consists of a chain of causal links, ranging from *Driving force* to changes in the *State* of food safety, and leading to *Impacts* on human health or environment and nature. Finally these three aspects of food safety bring about different *Responses* and visa versa.

PRODUCT SAFETY

As shown in Fig. 1 and Table1, the concentrations of natural and synthetic chemical compounds in food contribute to product safety. It is possible to quantify the traditional nutrients, heavy metals, pesticides and various other constituents, but there still exist unknown and unidentified chemical compounds in food. Current knowledge about the health qualities of organic foods is very limited and inconclusive.²⁶ Single health effects of individual constituents and multiple health effects of several components in food may occur, but in the latter case scientific documentation is very sparse.²⁷ It therefore seems reasonable to follow the precautionary principle when assessing food safety. Recently the possible implications of organic food for health have been reviewed.²⁶ The findings and conclusions from that work are used in this paper to describe the safety of the organic food product.

Both national and EU regulation of organic farming is meant to secure high levels of food safety. The labelling of organic products is part of organic product safety. The EU has its own logo (regulation (EF) No. 331/2000) but national and private organic labels also exist.

Effects of regulation of organic plant production

The regulations for organic plant production are comprehensive and detailed. An EU regulation released in 1991 (2092/91) contains parts which relate directly to the composition of organic plant products. The more important aspects of this regulation include:

- a ban on genetic engineering and GMOs
- lower nitrogen levels: maximum limits for manure application of $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$
- a ban on synthetic pesticides
- a ban on synthetic mineral fertilisers
- a ban on growth promoters

In the following the significance of these different aspects for food safety will be described.

Ban on GMOs

In organic farming it is forbidden to use genetic engineering and GMOs. Consequently, organic products may normally be assumed to be free of GMOs. However, organic products may become polluted by GMOs originating from conventional farming. This may occur through I) atmospheric spread and deposition, II) the use of polluted storage containers, and III) the feeding of conventional GMO-containing feeds to animals. In Denmark, it is currently permitted to include respectively 20% and 10% conventional feed in pig and cattle diets. However, after 2005 Denmark will be subject to the EU regulation demanding 100% organic feed in organic agriculture.

The ban on GMOs in organic food reflects the fact that their long-term effects on humans and nature are still unknown. For this reason the precautionary principle has been applied.

Lower nitrogen levels

In general, total applications of nitrogen (N) are lower in organic than in conventional farming systems. A comparison of different types of well-managed farming systems in Denmark showed that on average N inputs in organic farming ($104\text{-}216 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) were lower than in conventional farming systems ($146\text{-}311 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$).²⁸

Low levels of N application in organic farming are expected to be the principal driving force behind changes in dry matter, protein, C-vitamin, carotene and nitrate concentrations in different types of organic vegetables and milk (Table 2). On average, a 5-40% higher content of dry matter²⁹⁻³¹, a 10-20% lower content of protein³²⁻³⁵, a 5-90% higher content of C-vitamin^{31,36,37}, a lower content of carotene³⁸ and a 30-90% lower content of nitrate^{30,31,36,39} has been found in organic compared with conventional products (Table 2).

The observed differences in the content of dry matter, protein, C-vitamin, and carotene in organic products have probably no consequences for health.²⁶ However, the well-documented lower concentration of nitrate in organic products^{40,41} may have positive effects.²⁶ Nitrate exists naturally in all plant products due to its role in protein synthesis, but its concentration is affected by the level of N application. The toxicity of nitrate in food is low, but this radical can be transformed to nitrite in the food and in the stomach/intestinal canal. Nitrite can be converted to nitrosamines that are strongly carcinogenic.

Ban on pesticides

For the Danish population, food is the most important route for exposure to pesticides. Thus, the intake of pesticides with drinking water, animal products and fish is minimal. The most seriously affected sources of pesticides are berries, fruit, vegetables, and cereals (Table 3).⁴² Generally, residues of one or more pesticides, at legally permitted concentrations, are found in about one third of all conventionally grown plant materials in Denmark. The permitted maximum limit is exceeded in 1-2% of the crops examined.⁴³

The ban on pesticide usage in organic production means that organic foods do not contain these compounds, or that they are present in only trace amounts (Table 4).⁴⁴⁻⁴⁶ However, only a few investigations on this issue have been undertaken.²⁶

It is known that some pesticides can have harmful effects on reproduction, and that others have effects that resemble those of oestrogen. Residues of pesticides are suspected of being implicated in a range of different illnesses and diseases, such as neurological disease, damage to the immune system, and the promotion of cancer. Even in low concentrations they are thought to influence the development of sebaceous cells in the body and thereby the tendency for obesity. However, these hypotheses are not scientifically documented.²⁶

The ban on pesticides and the lower applications of N in organic production may change or increase the concentration of secondary compounds (non-nutrients) in organic plant products (Table 4). It has frequently been claimed that organic plant production methods can yield foods with higher concentrations of these compounds.⁴⁷ However there exist only a few scientific investigations relating to the occurrence of secondary compounds in food. Some of these compounds are thought to help reduce the incidence of cancer and cardiovascular diseases.²⁶

Indirectly, the ban on pesticides can be expected to influence the incidence of fungal attacks on food products, and thereby the production of mycotoxins (Table 4). The latter compounds are mainly found in cereals, seeds, nuts and dried fruit that have been attacked by moulds, the problem most frequently appearing in association with wet summers, late harvests and unsatisfactory drying conditions.²⁶ In Denmark, between 1993-1997, there was an increase in the level of ochratoxin A in organic as opposed to conventional products, especially in rye. The source of the problem appeared to be poor storage conditions in the out-dated drying systems of smallholdings. This problem has now been reduced (Susanne Elmholt, person. comm.). On the other hand, the increased use of fungicides in conventional

farming has raised concerns about their inability to control the growth of certain mycotoxin-producing fungi (*Fusarium*) in extended plant growing seasons.²⁶

One investigation has found that conventionally produced milk contained aflatoxin M₁ during the winter period, when the equivalent organic product contained none.³⁷ This was probably due to the composition of the feed consumed by the animals.

Mycotoxins can affect the liver, the kidneys, and the nervous system, and some may be carcinogenic.⁴⁸

Ban on synthetic fertilisers and growth regulators

The regulations for organic farming include a ban on synthetic fertilisers and sludge. This is because applications of these fertilisers can introduce heavy metals to agricultural soils (e.g. cadmium in phosphor fertilisers).²⁶ Although these metals exist naturally in soils (depending on soil type, geological parent material, climate, pH, atmospheric environment etc.), lower concentrations of them are expected in organic plant products (Table 5).²⁶

Growth regulators have been found in more than 30% of all conventional plant products.²⁶ A Danish study undertaken in 1999 identified these compounds in 64 of 77 tests of conventionally grown grains in concentrations that were within the accepted limits.⁴⁹ Growth regulators are prohibited in organic farming, so it is expected that organic foods do not contain these compounds.

It is suspected that these plant hormones can have negative effects on animal reproduction.^{50,51} Several experiments with pigs have shown a negative effect of straw reducers on the ability to reproduce.⁵²⁻⁵⁴

Effects of regulation on organic animal production

The regulation of organic animal production is comprehensive, and influences aspects of feeding, housing, demarcation, care, medical treatment and slaughter. An EU regulation on organic animal husbandry was released in 1999 (1804/99), different aspects of which are expected to directly affect the composition of organic animal products. This regulation provides for:

- extended access to out-door areas with a lower stocking density
- restrictions on animal feeds
 - compulsory use of roughage feeds
 - ban on antibiotics, growth promoters and additives
 - ban on GMOs
 - ban on meat and bone meal
- double retention time after medicine treatment

In the following the effects on food safety of extended access to out-door areas, the compulsory use of coarse fodder, and the restrictions on medicine use will be described.

Extended access to out-door areas

Infections (zoonoses) can be transmitted from animals to human beings through the consumption of food. In conventional agriculture attempts have been made to control zoonoses through the use of hygiene barriers. Knowledge about the influence of different production systems on the occurrence and distribution of microbes in food is still very limited. However, in comparison with conventional farming practice, the extended access to out-doors areas encouraged in organic production systems more greatly exposes animals to disease-promoting soil microbes (Table 6). Furthermore, the presence of rats, mice and birds increases the risk of animals being infected with *Salmonella* or *Campylobacter* bac-

teria,⁵⁵ especially in poultry production (Ole Heuer pers. Com.).⁵⁶ Parasites also exist in nature and can cause infections (e.g. tapeworm), particularly in out-door pig production systems.²⁶

However, in out-door organic animal production systems the density of livestock per hectare is relatively low. This may decrease the pressure of infection and help to neutralise the risk of zoonoses.²⁶

Compulsory use of roughages

Feed composition can reduce the incidence of zoonoses in organic as compared to conventional production systems (Table 6), the compulsory use of roughages in organic systems reducing the occurrence of harmful intestinal bacteria.²⁶

A significantly higher content of conjugated linolic acid (CLA) has been observed in organic compared to conventional milk.⁵⁸ This may reflect the higher content of grass in animal diets on organic farms (Table 6). A higher content of CLA in organic milk could have positive consequences for health, because CLA may help to control the onset of cancer and arteriosclerosis.²⁶

Restricted use of medicine

In accordance with EU directives, all EU countries monitor their animal products for the presence of residues of medicines. In the Danish controls of 1999⁵⁹ only limited amounts of these compounds were detected. Residues of medicine were found in 0.03% of pig meat and 0.09% of cattle meat, but nothing was found in the meat from poultry, venison, breeding fish, and milk and honey. In 1996, about 68% of the antibiotics used in conventional agriculture in Denmark were used as growth promoters (mainly to pigs), while only 31% was used directly for the treatment of different diseases.⁶⁰ However, the use of antibiotics as growth promoters for pigs was prohibited in 1999.

The restricted use of medicine in organic farming may be expected to produce a lower incidence of residues in organic animal products (Table 6), partly because of the double retention time imposed following medical treatment. However, no results are yet available from Danish controls on organic animal products.²⁶

The restricted use of antibiotics could have a positive effect on health by reducing the risk for transfer of resistance genes from animal to human pathogens.^{61,62}

Effects of processing on organic production

The processing of organic food aims to maintain nutritional value and limit the number and quantity of additives and processing aids in food products.⁴ The regulations for organic processing in relation to food safety prohibit:

- the use of more than 5% non-organic constituents,
- irradiation, colouring agents, sweeteners,
- synthetic additives,
- the flavouring of animal products and artificial flavouring in vegetable food products,
- GMOs,
- artificial trans fatty acids

These exclusions directly affect the composition and nutritional value of food products, and thereby the state of food safety. However potential impacts are still unknown.

AGRI-FOOD-SYSTEM SAFETY

The safety / security of the agri-food system is an important but poorly understood aspect of food safety in general. It relates principally to the concepts of supply, distribution, transparency, proximity, information and consumer influence, and must ensure that production systems have no negative impacts on humans, other living organisms, the environment, climate etc.

Effect of technological and structural development on organic production, processing and marketing

There are no specific regulations for the technological and structural development of organic production, processing and marketing, although there exist several basic principles for the area.⁴ These include:

- the production of food of high quality in sufficient quantities,
- the fostering of local and regional production and supply chains,
- support for the establishment of a comprehensive production, processing and distribution chain that is both socially and ecologically responsible

There exist no specific regulations on the storage of organic products, and no national or EU regulations relating to the wrapping of these products. However, the Codex Alimentarius Commission advises the use of biodegradable and recyclable wrapping for organic products.⁶³

Supply and distribution

Adequate supplies of agricultural products result from ample primary production as well as efficient distribution chains. They are therefore linked to the structural development of agriculture, from production and processing to the marketing of products.

The primary distribution routes for organic products are I) supermarkets chains, II) specialist retailers, and III) direct distribution outlets. The increase in sales by supermarkets has greatly affected the size of the market for organic produce in Europe.²⁶

The question of supply of organic food products can be discussed at the local, regional, national and global levels. At the national level, the Bichel Committee⁶¹ undertook an extensive analysis of the implications for the Danish Ministry of Food of a 100% transition to organic farming in Denmark. They concluded that a total transition to organic farming would produce a reduction of 1-3% in the gross national product and a decrease in private consumption of 1900-4700 DKK (2-5%) per year per inhabitant. Although this constitutes a considerable economic reduction, the analysis shows that it is possible to have 100% organic farming in Denmark, depending on consumer demand.

At the global level, food supply can be discussed from two basically different perspectives of sustainability – resource sufficiency or functional integrity.⁸⁴ Resource sufficiency emphasises the use of resources and the production and distribution of food, focusing first and foremost on the relationship between input and output in the systems under consideration. A sustainable development infers that agriculture can satisfy the requirements for food and textiles etc. for current and future generations, such that the most productive systems are also the most sustainable. This concept has been the dominating one in modern conventional agriculture. From the perspective of resource sufficiency organic farming results in lower food safety than that achieved by conventional agriculture.

Sustainability in the sense of functional integrity sees agriculture as a complex system of values and relationships, and emphasises the frailty of the system that results from our lack of understanding of interactions between production methods and ecological and social survival. The basic assumption is that the system is vulnerable, and that some of its fundamental elements recur over a period of time in

a way or at a rate that depends on the condition of the system at an earlier date. The genetic characteristics of specific farm animals and crops, for example, and treatments that change the fertility of the soil can be critical to production over the longer term. In general, nature is seen as an inseparable aspect of society's sustainability or functional integrity, and this understanding underpins strategies to oppose and avoid irreversible changes. Caution is thus a valuable approach to avoid negative consequences in our relationships with nature. From this perspective organic farming results in higher food safety than that encountered in conventional agriculture.

Transparency, information and consumer influence

Consumer information is an integral part of food safety. The more transparent the agricultural production process, the safer the consumer feels. To the consumer, trustworthy and adequate information is basically a way to minimise risk, e.g. the risk of getting ill from food, the risk of buying environmentally degrading products, or the risk of buying products that do not ensure the well-being of animals.

For food products in general, information is to some extent ensured by the product declaration, which is meant to inform consumers about its individual components. However, for most conventional products, there is no information on the production process, e.g. the use of pesticides, antibiotics etc. An exception is information on animal welfare in the production of e.g. eggs, chicken, pork etc, which is often typed onto the product itself. One way to improve transparency and to summarise the various types of information is to attach a label. Today, there exist many different labels for different kinds of food products, including conventional quality labels. One of the most comprehensive types is the organic label, which incorporates the whole set of principles and regulations for this type of farming, including field management, animal care, environmental care as well as the processing of the products.

Labelling is a means for providing information about various product attributes, and thus, if consumers value these attributes, for increasing sales of the products that bear the label. However, the prerequisites for using labelling as an effective tool are that consumers (1) recognise, (2) understand, and (3) trust the label.

Quality labels attached to conventional food products represent a variety of types and incorporate a very varied amount of information. Consumer knowledge and understanding of these labels is mainly affected by the success of previous marketing strategies. However, in so far as the information is provided by the producers themselves with no additional public control scheme, it can carry the risk of not being trusted.

This also holds for organic products. Since it is impossible for consumers to check the authenticity of such products, it is necessary to build up a control system with clearly defined rules for production methods and the labelling of certified products. Consumer studies suggest that trustworthy labels guaranteeing organic production are very important.^{19, 64, 65} The results indicate that clear and unambiguous labelling is an important factor in the buying of organic foods.^{19, 64, 66}

Some countries, such as Denmark, Sweden, The Netherlands, France, Germany, Switzerland and Austria have a national organic label. The Danish certification label, which is controlled by the State, is clearly recognised by between 50 and 75 per cent of consumers. Danish consumers have great confidence in this control system,⁶⁷⁻⁶⁹ and that is one of the reasons why Denmark has probably the highest per capita consumption of organic food in the world.⁵ In some countries, however, there are many competing labels. This poses a problem for consumers trying to distinguish pseudo-organic and "environmentally friendly" products from authentic organic products. This has been a problem in Germany

and USA, for example, where consumers have had great difficulty identifying the authenticity of organic products.⁷⁰⁻⁷³

Information on the origin of food products is of special interest to consumers. In all European countries, consumers prefer products produced within the country.⁷⁴ This holds for organic products too, as national products are perceived to be the most trustworthy. Credibility weakens with distance from source, mainly for the following two reasons: firstly, consumers have little confidence in foreign certification and control; and secondly, consumers believe that long transportation distances conflict with the principles underlying organic food production (according to^{68,75,76}). Origin from foreign countries is, however, a smaller problem when organic foods are distributed through supermarkets, since in this situation consumers are less aware of the origins of the products.⁷⁶

Consumer perceptions of origin may be further narrowed to local production. In some countries (e.g. Germany, The Netherlands, Austria) products bought directly from the farmer or at local markets are considered to be the most trustworthy in the eyes of consumers. Thus, the question of origin is closely related to sales channels. This holds for conventional as well as organic food types.⁷⁷⁻⁸⁰ For food products purchased in supermarkets, consumers are only given information of the country of origin. Organic certification does not guarantee proximity. Additional information on producer characteristics, e.g. geographical location or production system, can be provided by the producers themselves. However, for both organic and conventional foods such information is not controlled by public authorities.

Consumer influence can be maintained in two ways: firstly, by choosing to buy or not to buy the product, and secondly, to state concerns and interests through consumer councils and organisations. In this regard, there are only a few differences between conventional and organic products. Organic grower organisations often have consumers represented on steering boards etc., ensuring that the development of rules also mirrors consumer concerns. However, these members are often appointed or elected within the organisations themselves, such that full consumer representation may not occur.

Impacts of organic production systems

The safety of the agri-food-system incorporates a lack of negative production impacts on humans and other living organisms, and the environment. In general, the risk of harmful environmental impacts is lower with organic than with conventional farming methods.^{24,25} With regard to soil biology, organic farming is usually associated with a significantly higher level of biological activity (bacteria (*Monera*), fungi (*Mycota*), springtails (*Collembola*), mites (*Arachnida*), earthworms (*Lumbricus terrestris*)), due to its versatile crop rotations, reduced applications of nutrients, and the ban on pesticides. In most cases there is also a lower surplus of nutrients and less leaching with organic than with conventional farming. Of particular importance, with organic farming there is no leaching of pesticides to the ground-water.²⁵

ORGANIC FARMING AND FOOD SAFETY

Organic principles and regulation

As stated earlier, organic farming can be distinguished from conventional farming by virtue of its special regard for human values, the environment, nature, and animal welfare. Its basic principles provide a platform that ensures high levels of food safety, many of which are based on the precautionary approach. According to these principles, responsibility for future generations demands that the natural basis for life must be preserved, and that irreversible damage must be avoided. In this context, the use of industrially produced pesticides and other environmentally alien compounds is not permitted in organic farming. By virtue of these prohibitions the risk of pesticide contamination in food is minimised. Likewise genetically modified organisms are not permitted. These bans can be considered as an alterna-

tive and more extensive desire for caution and care in our relations with nature than the assessment of risk that underlies the use of, for example, pesticides in conventional agriculture. The regulation of organic farming is meant to ensure that this type of agriculture lives up to its basic principles. To a large extent the regulation of organic farming and processing results in higher levels of food safety in organic products.

Assessment of food safety

There is no undisputable scientific evidence that organic food is healthier than conventional food (e.g. see reviews: ^{40,41,47}), and to our knowledge a review of food safety in relation to organic farming and processing has not been attempted previously. From the perspective of food safety, however, organic food has several advantages over its conventional counter-part. The absence of GMOs from organic food products increases their safety, while the lower concentrations of nitrate in organically produced vegetables and animal products may reduce the risk of cancer by reducing the danger of nitrosamine formation. The ban on pesticides in organic farming also improves safety by guaranteeing the absence of pesticide residues from organic foods. The ban on pesticides and the lower applications of N in organic farming may also increase the occurrence of such secondary compounds as phenols in organic plant products. This may induce higher levels of food safety because some secondary compounds are thought to prevent the onset of cancer. However, a potentially negative outcome of the ban on pesticides is that it could support higher levels of mycotoxins in cereals, rendering them more toxic. Finally, the bans on synthetic fertilisers and growth regulators should increase food safety by reducing the concentrations of heavy metals and the residues of growth regulators in organically grown plant products.

Extended access to out-door areas for organically produced animals could have positive or negative effects on food safety. Safety may be reduced through the higher risk of zoonoses, caused by the transfer of infections from the soil, parasites, rats, mice and birds. In contrast, food safety could be improved by the lower stocking rates and lower infection pressures that tend to neutralise the risk of zoonoses in organic farming. In addition, the compulsory use of roughages may reduce the numbers of harmful intestinal bacteria. Roughages (e.g. grass) are expected to provide higher concentrations of CLAs in organic as compared to conventional milk, thereby increasing food safety by reducing the risks of cancer and arteriosclerosis. The restricted use of medicine in organic animal production improves food safety by lowering the incidence of residues in animal products and reducing the risk of transfer of resistance genes from animals to human pathogens.

Of particular importance, the regulation of processing results in higher product safety in organic foods, due to the 5% limitation on non-organic constituents, and the ban on irradiation, colouring agents, sweeteners, synthetic additives, flavourings, GMOs, and trans fatty acids. With regard to the safety of agri-food-systems (i.e. supply, distribution, transparency, proximity, information, consumer influence, and the lack of negative production impacts), although basic safety principles apply to organic farming in all its forms, these have not been translated into regulations. However, the organic label provides the consumer with more information about the whole production process, thereby indicating higher safety with organic products.

Concerning food supply at the global level there exist two perspectives of sustainability.⁸⁴ The resource sufficiency perspective points to a lower level of food safety with organic than with conventional products while the functional integrity perspective shows the opposite. In general, the risk of harmful environmental impacts is lower with organic than with conventional methods, resulting in a higher level of food safety.

RESPONSES TO CHANGES IN FOOD SAFETY

As shown in Fig. 1, the DSIR framework can be used to explain the various aspects of food safety. The driving forces relate to product safety through I) the usage of GMOs, nitrogen, pesticides, fertilisers and growth regulators, II) animal housing, feeding and medical treatment (use of medicine, hormones, out-door areas, feed composition etc.), and III) food processing (additives, technology and specialisation). The driving forces can also link to the safety of the agri-food-system through I) the use of technology, II) the distribution chains, and III) the structural development of agricultural production, processing and marketing. The changes in (or state of) product safety can be identified directly in the food by measuring the content of its constituents. In contrast, the state of safety of the agri-food-system can be assessed by evaluating I) the security of supply and the distribution of agricultural products (sustainable production) and II) the level of transparency, information and consumer influence associated with the type of agricultural product (labels/control). The DSIR framework also incorporates the impact of the state of food safety on human health (disease or health and the impact of production on humans) and the environment and nature (nature conservation, protection of surface and ground-water quality etc.).

These impacts and the state of food safety can produce responses by different groups in society. Firstly the authorities can respond by changing food and agricultural policies, including the regulation of organic farming and food processing, subsidies to farmers, and the move to public staff restaurants. The agri-food industry can also react by the voluntary adoption of standards of safety and quality.

Consumers play a central role in the question of food safety. Clearly, conditions of illness and health in the consumer are influenced by the composition of the diet, even though it may be difficult to identify a direct effect for an individual component or food product. A review of the relevant social science literature reveals that considerable health benefits appear to accrue from the consumption of organic foods due to associated changes in food consumption patterns or diet composition.²⁶ It is documented that changes in diet composition for “heavy users” of organic foods do occur.²⁶ For example, there exists a desire among consumers of organic foods to eat fewer meat products and more vegetables for environmental and ethical reasons arising from the demands of sustainable development. The composition of the organic diets of consumers can also have considerable and positive implications for health. This increases the safety of organic products. Consumer perceptions also influence food safety. Psychological and sociological research has established that meals make a very important contribution to the quality of daily life. On this basis it may be assumed that the consumption of organic foods may help to alleviate feelings of insecurity,²⁶ thereby increasing the perceived safety of organic foods.

Finally, different NGOs may also respond to the state and impact of food safety assessments in organic production. For example, farmer associations and other organisations may change the regulations for farming.

CONCLUSION

In organic farming, holistic ways of thinking have illustrated the need for a broader perception of food safety than is traditionally used. It has been shown that the DSIR framework is a very useful tool for providing a broader understanding of the concept of food safety.

In general, the safety of food is greater with organic than with conventional products. However, various opportunities exist for improving it in both types of farming in the future. It is important to take a precautionary approach to new technologies, in order to reduce their negative effects on humans, the environment and nature. If labelling, control and certification function properly, the attachment of labels to

food products improves food safety; and in this context the organic label has significant advantages. Nevertheless, there are opportunities for improving the organic label, for example by including controlled information about the origin of products. Similarly, organic regulations and food safety could be improved by introducing rules governing the processing, distribution and marketing of organic products. More generally, the safety of food could be improved by raising consumer influence on food production above that dictated by the purse.

REFERENCES

1. Genevni, The 2000-2001 food safety education campaign. <http://europa.eu.int/com./dgs/health-consumer/events/event35-en.pdf> (2001)
2. Scandurra L, An Overview of the European Organic Food Market. Quality and Communication for the Organic Market. Proceedings of the Sixth IFOAM Trade Conference. International Federation of Organic Agriculture Movements, Tholey-Theley, Germany (2000).
3. Schmidt G and Willer H, Organic farming in Europe – Provisional Statistics 2001, SÖL, <http://organic-europe.net/europe-eu/europe-eu/statistics.asp> (2001).
4. IFOAM, Basic Standards for organic farming and processing, 2nd draft 2002 (2001).
5. Wier M. and Calverley C, Market Potential for Organic Foods in Europe, *British Food Journal* **1** (in press).
6. Wehrle F, Coop NATURAplan. Proceedings 2nd International Seminar “Organins in the Supermarket”, IFOAM 2000 – The World Grows Organic, Eds: Carol Haest and Urs Meier, 25 to 26 August 2000, Basel (2001).
7. Huang CL, Simultaneous Equation Model for Estimating Consumer Risk Perceptions, Attitudes, and Willingness-to-Pay for Residue-Free Produce, *Journal of Consumer Affairs* **27**:377-396 (1993).
8. Huang CL, Consumer Preferences and Attitudes Towards Organically Grown Produce, *European Review of Agricultural Economics* **23**(3-4):331-342 (1996).
9. Jolly DA., Differences between Buyers and Nonbuyers of Organic Produce and Willingsness to Pay Organic Price Premiums, *Journal of Agribusiness* **9**(1):97-111 (1991).
10. Misra, S, Huang CL and Ott SL, Consumer Willingness to Pay for Pesticide-Free Fresh Produce, *Western Journal of Agricultural Economics* **16**(2):218-227 (1991).
11. Goldman BJ and KL Clancy A Survey of Organic Produce Purchases and Related Attitudes of Food Cooperative Shoppers, *American Journal of Alternative Agriculture*, Vol.6, No.2, pp.89-95. (1991)
12. Land B, Consumers' Dietary Patterns and Desires for Change, *MAPP Working paper*, **31**, Roskilde University, Denmark (1998).
13. Kramer C, Food safety: The Consumer Side of the Environmental Issue, *Southern Journal of Agricultural Economics*, **22** (1):33-40 (1990).
14. van Ravenswaay E, How Much Food Safety Do Consumers Want? An Analysis of Current Studies and Strategies for Future Research, in Clancy, K (ed.), *Consumer Demands in the Marketplace, Proceedings of a workshop held in Airlie, Virginia, Oct.27-29, 1986*, Resources for the Future, Washington, D.C. (1986).
15. Sachs C, Balir D and Richter C, Consumer Pesticide Concerns: A 1965 and 1984 Comparison, *The Journal of Consumers Affairs* **21**(1):96-107 (1987).
16. Jolly DH, Schutz K, Diaz-Knauf and Johal J, Organic Foods: Consumer Attitudes and Use, *Food Technology* **43**:60-66 (1989).
17. Foster V and Mourato S, Behavioural Consistency, Statistical Specification and Validity in the Contingent Ranking Method: Evidence from a Survey on the Impacts of Pesticide Use in the UK, Working Paper GEC 97-09, Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia, Norwich (1997).
18. Brombacher J and Hamm U, Ausgaben für eine Ernährung mit Lebensmitteln aus alternativen Anbau. *Agra Europe* **7**:1-11 (1990).

19. Hack MD, Organically Grown Products: Perception, Preferences and Motives of Dutch Consumers, *Acta Horticulturae* **340**:247-253 (1995).
20. Menghi A, *Consumer Response to Ecological Milk in Sweden*, Swedish Agricultural University, Uppsala (1997).
21. Regeringen, Fødevare sikkerhed. Hovedrapport. *Danmark som foregangsland*. Fødevareministeriet (in Danish) (1998).
22. OECD, Environmental indicators for agriculture. OECD, Paris (1997).
23. EEA, Environmental signals 2000, *European Environmental Agency regular indicator report*. Environmental assessment report, 6, 108 pp (2000).
24. Stolze M, Piorr A, Häring A and Dabbert S, The environmental impact of organic farming in Europe. *Organic farming in Europe: Economics and Policy*. Vol. 6. University of Hohemheim, Germany. ISBN 3-933403-05-7, ISSN 1437-6512 (2000).
25. Hansen B, Alrøe HF and Kristensen ES, Approaches to assess the environmental impact from organic farming – with particular regard to Denmark. *Agriculture, Ecosystem and Environment* **83**:11-26 (2000).
26. O'Doherty Jensen K, Nygaard Larsen H., Mølgaard JP, Andersen J-O, Tingstad A, Marckmann P and Astrup A, Organic foods and Human Health, In: *Organic food and farming*. Proceedings. Towards partnership and action in Europe, 11-12 May 2001, Copenhagen, Denmark, The Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries, pp 172-177 (2001).
27. Porter WP, Jaeger JW and Carlson IH, Endocrine, immune, and behavioral effects of aldicarb (carbamate), atrazine (triazine) and nitrate (fertiliser) mixtures at groundwater concentrations. *Toxicology and Industrial Health* **15**:133-150 (1999).
28. Hansen B, Kristensen ES, Grant R, Høgh-Jensen H, Simmelgaard SE and Olesen JE. Nitrogen leaching from conventional versus organic farming systems – a systems modelling approach. *European Journal of Agriculture* **13**:65-82 (2000).
29. Schulz DG, Koch K, Kromer K-H and Köpke U, Quality comparison of mineral, organic and biodynamic cultivation of potatoes: Contents, strength criteria, sensory investigations, and picture-creating methods. In: Tufts University School of Nutrition Science and Policy, editor. Proceedings of the International Conference of Agricultural Production and Nutrition, Boston, Massachusetts, USA, 19-21 March 1997, pp. 115-120 (1997).
30. Rembialkowska E, Comparison of the contents of nitrates, nitrites, lead, cadmium and vitamin C in potatoes from conventional and ecological farms. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* **8/49**(4):17-26 (1999).
31. Schuphan W, Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. Results of 12 years' experiments with vegetables (1960-1972). *Qual Pl Pl Fds Hum Nutr* **4**:333-358 (1974).
33. Dahlstedt L and Dlouhý J, *Vår Foda*, **8**:39-41 (1995).
34. Eltun R, The Apelsvoll cropping system experiment III. Yield and grain quality of cereals. *Norw J. Agric Sci*, **10**(1):7-22 (1996).
35. Haglund Å, Johansson L and Dahlstedt L, Sensory evaluation of carrots from ecological and conventional growing systems. *Food Quality and Preference* **10**:23-29 (1998).
36. Storková-Turnerová J and Prugar J, Ernährungsphysiologische Qualität von ökologisch und konventionell angebauten Kartoffelsorten in den Erntejahren 1994-1996. Dresden: *Deutsche Gesellschaft Für Qualitätsforschung* (1998).
37. Lund P, Characterization of alternatively produced milk. *Milchwissenschaft* **46**(3):166-169 (1991).
38. Hogstad S, Risvik E and Steinsholt K, Sensory quality and chemical composition in carrots: a multivariate study. *Acta Agric Scand. Section B, Soil and Plant Science* **47**(4):253-264 (1997).
39. Hansen H, Comparison of chemical and taste of biodynamically and conventionally grown vegetables. *Qual Pl Pl Fds Hum Nutr* **30**:203-211 (1981).

40. Woese K, Lange D, Boess C and Bögl KW, A comparison of organically and conventionally grown foods – results of a review of the relevant literature. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **7**:281-293 (1997).
41. Worthington V, Effects of agricultural methods on nutritional quality: A comparison of organic with conventional crops. *Alternative Therapies* **4**(1):58-69 (1998).
42. Büchert A, *Indtagelse af pesticider gennem kosten*. Konsulentrapport fra Veterinær- og Fødevarerdirektoratet (1998).
43. DEPA, Report from the sub-committee on the environment and health. Danish Environmental Protection Agency. [<http://www.mst.dk/udgiv/publications/2000/87-7944-325-7/html>] (2000).
44. Andersson A and Bergh T, Innehåll af hälsovådliga ämnen. Bekämpningsmedelsrester i några grönsaker och bär. *Vår Föda* **8**:22-24 (1995).
45. Slanina P, What do we know about the quality of organic foods? *Vår Föda* **8**:75-77 (1995).
46. Poulsen ME, Andersen JH, Granby K and Christensen HB, Pesticidrester i fødevarer 1998, Fødevarerdirektoratet, 5-83 (1998).
47. Brandt K and Mølgaard JP, Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture* **81**:924-931 (2001).
48. Jørgensen K, Larsen EH., Petersen A., Lund KH, Hilbert G and Andersen NL, Kemiske forurenninger. *Overvågningssystem for levnedsmidler 1993-1997*. Del 2. Fødevarerdirektoratet (2000).
49. Juhler RK and Vahl M, Residues of chlormequat and mepiquat in grain-results from the Danish National Pesticide Survey. *J. AOAC Int* **82**(2):331-336 (1999).
50. Torner H, Blottner S, Kuhla S, Langhammer M, Alm H and Tuchscherer A, Influence of chlorocholinechloride-treated wheat on selected in vitro fertility parameters in male mice. *Reprod Toxicol* **13**(5):399-404 (1999).
51. Langhammer M, Kuhla S, Scheider F, Renne U, Spitschak M and Hagemeister H, Zum einfluss von chlorcholinchlorid-behandeltem weizen auf ausgewählte parameter der fruchtbarkeit weiblicher mäuse. *J. Anim. Physiol a Anim Nutr* **81**:190-202 (1999).
52. Danielsen V and Eklundh Larsen A, CCC-behandlet hvede som foder og strøelse til smågrise og sopolte. *Statens Husdyrbrugsforsøg* (in Danish) (1989).
53. Danielsen V, Eklundh Larsen A. and Binder M, CCC-behandlet hvede som foder og strøelse til gylte og 1. Lægsøer. *Statens Husdyrbrugsforsøg* (in Danish) (1989).
54. Danielsen V and Eklundh Larsen A, Roundup- og ceronebehandlet byg til svin. *Statens Husdyrbrugsforsøg* (in Danish), 3-55 (1990).
55. Murray CJ, Salmonella in the environment. *Rev sci tech Off int Epiz* **10**:765-785 (1991).
56. Berndtson E, Campylobacter in broiler chickens. The mode of spread in chicken flocks with special reference to food hygiene (thesis). Sveriges Lantbruksuniversitetet (1996).
57. Jørgensen J, Dahl J and Wingstrand A, The effect of feeding pellets, meal and heat treatment on the Salmonella-prevalence of finishing pigs. Proceedings of the 3rd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, 5-7 August, Washington, USA, pp. 308-312 (1999).
58. Jahreis G, Krebshemmende Fettsäuren in Milch und Rindfleisch. *Ernaehr Umsch* **44**(5):168-172 (1997).
59. Danish Residue Results 1999, Re 97/747/EC (2000).
<http://foedevaredirektoratet.dk/ko...kontrolinformation/resistens>.
60. Bennedsgaard TW, Thamsborg ST, Jensen J and Aarestrup F, Forbrug af medicin og lignende – miljø og sundhedsmæssige konsekvenser. Delrapport A.3.6 til Økologiske scenarier for Danmark under Bichel-udvalget (in Danish) (1998).
61. DEPA, Report from the Bichel Committee – Organic Scenarios for Denmark. Danish Environmental Protection Agency. [<http://www.mst.dk/udgiv/publications/2001/87-7944-622-1/html>] (2001).

62. Rollin B, Ethics, science, and antimicrobial resistance. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* **14**:29-37 (2001).
63. Thompson PB, The varieties of sustainability in livestock farming (1997)
64. Sylvander B, "Conventions on Quality in the Fruit and Vegetables Sector: Results on the Organic Sector", *Acta Horticulture* 340, 241-246 (1995).
65. Haest, From Farmer to Shelf: Trade of Organically Grown Products, *Ecology and Farming* **1**(1):9-11 (1990).
66. Trijp HCM, Steenkamp J-BEM and Candel MJJM, Quality Labeling as Instrument to Create Product Equity: The case of IKB in the Netherlands, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers (1997).
67. Infood, *Kvalitativ analyse afforbrugernes holdninger til økologiske fødevarer*, <http://www.ecoweb/infood/> (1998).
68. Scan-Ad, *Grøn Analyse*, Del 1 and 2, Scan-Ad, Odense (1998).
69. Bjerke F, *Forbrugernes interesse for økologiske produkter*, Roskilde University, Denmark (in Danish) (1992).
70. Hamm U and Michelsen J, Organic Agriculture in a Market Economy. Perspectives from Germany and Denmark, in Østergaard, T. (ed.), *Fundamentals of Organic Agriculture - Proceedings from the 11th IFOAM International Scientific Conference*, August 11-15, 1996, Copenhagen (1996).
71. Krämer A, Harting B and Stadtfeld S, *Siegeszug der "Bio-Lebensmittel" im Handel?*, <http://www.agp.uni-bonn.de/mafo/staff/oeko3a.htm> (1998).
72. CMA, Einstellungen und Marktschätzungen aus Verbrauchersicht zu alternativen Nahrungsmitteln/Biokost/Ökoprodukten insbesondere zu Obst und Gemüse. *MAFO Memo No 621*, Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft, Bonn (1996).
73. The Natural Marketing Institute, *Organic Consumer Trends 2001*, The Natural Marketing Institute, Harleysville (2001).
74. Halkier B and Holm L, "Danske forbrugeres tillid og mistillid til mad". Presentation at Conference on Consumer Research, in Copenhagen, November 21th, 2001 (2001).
75. Infood, *Kvalitativ analyse afforbrugernes holdninger*, <http://www.ecoweb/infood/> (1997).
76. Meier-Ploeger A, Merkle W, Mey I and Wörner F, *Stärkung des Verbrauchs ökologischer Lebensmittel*. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden (1996).
77. Pentz W, Speisekartoffeln – Direktabsatz ein vielseitiges Geschäft, *Kartoffelbau* **45**:358-361 (1994).
78. Wessel A, Alles Bio oder was? Qualität und Produktsicherheit bleiben Thema Nummer eins. *Lebensmittelzeitung* **2**:53-56 (1996).
79. Will B, Raus aus der Nische. Öko-Produkte auf dem Weg zum Milliardengeschäft, *Lebensmittelzeitung* **30**:36-38 (1978).
80. Zenner S and R von Ziehlberg, Der Markt für Bio-Produkte in Österreich. *Working Paper No. 8*, Institut für Agrarökonomie der Universität Kiel, Lehrstuhl für Agrarmarketing, Christian-Albrechts University, Kiel (1998).
81. Weibel F, Bickel R, Leuthold S, Alföldi T and Niggli U, Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality. Proceedings of the XXV International Horticultural Congress; Bruxelles 2-7 August 1998. Part 7: Quality of Horticultural Products. In: Herregods M., editor, 427 pp (2000).
82. Levite D, Adrian M and Tamm L, Preliminary results on contents of resveratrol in wine of organic and conventional vineyards. Abstract from 6th International Congress on Organic Viticulture, 25-26 August, Basel, Switzerland (2000).
83. Jorhem L and Slanina P, Does organic farming reduce the content of Cd and certain other trace metals in plant foods? A pilot study. *J. Sci Food Agric* **80**:43-48 (2000).
84. Codex Alimentarius Commission/GL 32, Joint FAO/WHO food standards programme: *Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods* (1999).

Table 1. Definition of food safety. The definition is broad, including aspects of both product safety and agri-food-system safety.

FOOD SAFETY	
Product safety¹	Agri-food-system safety
<ul style="list-style-type: none"> • Safety, non-toxicity of the food • Safety, nutritious food • Safety of the declaration (all components of the food are shown on a declaration) • Safety of the label (the organic food is truly organic) 	<ul style="list-style-type: none"> • Safety of supply • Safety of distribution • Safety of transparency and proximity • Safety of consumer influence on food production • Safety of information on the whole food production process (e.g. by using labels) • Safety, no negative impacts of production practices on humans and other living organisms, the environment, climate etc.

¹: The traditional definition (e.g. given by the Danish authorities: ²¹)

Table 2. Effect of lower nitrogen (N) levels on product safety in organic farming (compared to conventional farming). (Modified from ²⁶).

Constituent	Potential effects on human health	PRODUCT SAFETY IN ORGANIC PRODUCTS				
		Product	Driving force	State: Concentration of constituent	Impact on human health	References
Dry matter	None	Leaf vegetables and potatoes	Lower N-levels than in conventional product	5-40% higher than in conventional product	None	29-31
Protein	?	Cereals	Lower N-levels than in conventional product	10-20% lower than in conventional product	None	33-35
C-vitamin	?	Vegetables, milk	Lower N-levels than in conventional product	5-90% higher than in conventional product	None	31, 36, 37
Carotene	?	Carrots	Lower N-levels than in conventional product	Lower than in conventional product	None	38
Nitrate	Carcinogenic (nitrosamines)	Spinach, potatoes, beetroots	Lower N-levels than in conventional product	30-90% lower than in conventional product	Positive	30, 31, 36, 39

Table 3. Estimated average pesticide consumption in domestic and foreign food products in Denmark ($\mu\text{g day}^{-1}$).⁴²

Product type	DK	From abroad	Total
Fruit and vegetables	58	104	162
Cereal and cereal products	21	5	27
Animal food products	<1	<1	<1
Fish and fish products	<1	<1	<1
Drinking water	<1	<1	<1
Total	80	110	190

Table 4. Effect of ban on pesticides on product safety in organic farming (compared to conventional farming). (Modified from ²⁶).

Compounds	Potential effects on human health	PRODUCT SAFETY IN ORGANIC PRODUCTS				
		Product	Driving force	State: Concentration of compounds	Impact on human health	References
Pesticide residues	Reproduction, the nervous system and immune system: carcinogenic	Fruit, vegetables, cereals	Ban on pesticides	None or very low concentrations in organic food	Positive, especially for children, pregnancy /embryo	44-46
Phenol (flavoler, resveratrol)	Preventive against cancer and cardiovascular disease	Apples and vine	Lower N-levels than in conventional product: Ban on pesticides	Higher than in conventional product	?	81-82
Mycotozins (Ochratozin)	Liver, kidney, the nervous system: carcinogenic	Cereals	Bad storage (ban on pesticides)	Higher than in conventional product	Negative	48
Mycotozins (aflatoxin)	Liver, kidney, the nervous system: carcinogenic	Milk	? (ban on pesticides)	Absent from organic food (12-25 ppt in conventional.)	Positive	37

Table 5. Effect of ban on synthetic fertilisers and growth regulators on product safety in organic plant production (compared to conventional farming). (Modified from²⁶).

Elements or Compounds	Potential effects on human health	PRODUCT SAFETY IN ORGANIC PRODUCTS				
		Product	Driving force	State: Concentration of elements or compounds	Impact on human health	References
Heavy metals	?	Cereals, carrots, potatoes	Ban on synthetic fertilisers	Same or lower than in conventional products	Positive	30, 34, 83
Residues of growth regulators	Reproduction	Cereals	Ban on growth regulators	Not present in organic foods (present in 64 of 77 conventional samples)	Positive	49

Table 6. Effect of regulation on product safety in organic animal production (compared to conventional farming). (Modified from ²⁶).

Compound or organism	Potential effects on human health	PRODUCT SAFETY IN ORGANIC PRODUCTS			
		Driving force	State: Concentration of compound or organism	Impact on human health	References
Conjugated linolic acid (CLA) in milk	Preventive against cancer and arteriosclerosis	More grass fodder	Higher than in conventional product	Positive	⁵⁸
Salmonella, Campylobacter	Infections	Extended use of out-doors areas. Compulsory use of rough-ages	Lower/higher than in conventional product	Both positive and negative	Ole Heuer pers. com.; Frank Aarestrup, pers. com.; ⁵⁷
Medicine residues	Transfer of resistance genes from animals to humans pathogens	Restricted use of medicine, double retention time	Possibly lower than in conventional product	Positive	⁶¹

Legends:

Fig. 1. The DSIR-framework for understanding different aspects of food safety. (Modified from ²²).

