مميزات الزراعة العضوية والزراعة التقليدية

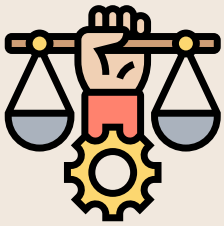
إن الزراعة هي أساس جميع الحضارات، وكلما كان هذا الأساس قويا كلما كانت الحضارة أقوى. فالنظم الزراعية هي نظم من صنع الإنسان بهدف زراعة أكبر عدد ممكن من المحاصيل داخل النظام. ومع ذلك، تقل جدوى اتباع هذا نظام إذا لم نتمكن من الحفاظ على فاعليته لسنوات قادمة. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي الاهتمام بصحة الإنسان والتربة أيضًا، ودراسة الآثار البيئية العامة قبل اعتماد أي نظام زراعي. من هذا المنظور، أدرك المهندسون الزراعيون أن أعلى محصول/إنتاجية ليست مؤشراً موثوقاً لكفاءة النظام أو استدامته، وأن هناك حاجة إلى نهج شامل لتقييم الطرق الزراعية المختلفة بشكل صحيح. والهدف من هذا المقال هو تقديم مقارنة موجزة بين الزراعة التقليدية والعضوية من حيث الإنتاجية والتسميد ومكافحة الآفات وصحة التربة وصحة الإنسان والآثار البيئية المحتملة لكل نظام.

ما هي الزراعة العضوية؟

اعتمدت الزراعة منذ الثورة الخضراء إلى حد كبير على نظم إنتاجية المحصول الواحد بهدف زيادة المحصول مع القضاء على الآفات والأمراض. وقد أدى إستخدام الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية إلى زيادة إنتاجية النظام الزراعي بشكل كبير. وقد أدى ذلك إلى تخلي العديد من المزارعين عن نظام المحاصيل المتنوعة والتركيز على المحاصيل عالية الإنتاج. في الوقت الحاضر، يشير مصطلح الزراعة التقليدية إلى النظم التي تزرع محصولاً معيناً على نطاق واسع مع استخدامات ثابتة من المدخلات العالية مثل الأسمدة والمبيدات (Le Campion et al., 2020). والجدير بالذكر أن الزراعة التقليدية خاصة بكل منطقة على سبيل المثال، تختلف النظم التقليدية في أمريكا الشمالية اختلافًا كبيرًا عن النظم التقليدية في أفريقيا. وبغض النظر عن ذلك، تستخدم معظم النظم التقليدية حول العالم الأسمدة والمبيدات الكيميائية لزراعة محصول واحد. وعلى العكس من ذلك، تحدّ الزراعة العضوية من استخدام الأسمدة والمبيدات الكيميائية بل وتحظر استخدامها، ولكن هذا ليس الفرق الوحيد بين النظامين. تشمل الممارسات العضوية أيضًا الدورة الزراعية وتحميل المحاصيل والسماد العضوي والأسمدة الحيوية والسماد الأخضر والملش، حيث توفر جميعها فوائد للنظام الزراعي. وفقًا لـ (IFOAM, 2008)، "الزراعة العضوية هي نظام إنتاج يحافظ على صحة التربة والنظم الإيكولوجية والإنسان. وهي تعتمد على العمليات الإيكولوجية والتنوع البيولوجي والدورات التي تتكيف مع الظروف المحلية، بدلاً من استخدام المدخلات ذات الآثار الضارة." يُظهر هذا بوضوح أن الزراعة العضوية تتبع نهجًا أكثر شمولية في الزراعة مقارنة بالزراعة التقليدية، ولكن هل هذا النهج عملي حقًا، أم أنه مجرد خرافات؟

4 مبادئ للزراعة العضوية

الرعاية



العدالة

البيئة

الصحة

معدل الإنتاج

(في ظل ظروف الجفاف، يكون أداء النظم العضوية أفضل من النظم التقليدية)

عندما يتعلق الأمر بقياس إنتاجية النظم الزراعية، غالباً ما يكون المحصول هو أهم عامل يؤخذ في الاعتبار. وينتقد الكثيرون النظم العضوية لانخفاض إنتاجيتها مقارنة بالنظم التقليدية، حيث يكون الإنتاج العضوي أقل بنسبة تتراوح بين 25:5% بشكل عام (Seufert et al., 2012). ومع ذلك، فإن معظم هذه التجارب هي تجارب قصيرة المدى في ظروف حقلية معتدلة، وغالبًا ما تكون دون تطبيق ممارسات عضوية جديدة مثل الأسمدة الحيوية أو المبيدات الحيوية. وعلى الرغم من ذلك، لا تزال العديد من الدراسات تظهر أن النظم العضوية لديها القدرة على المساهمة بشكل كبير في الأمن الغذائي.(Badgley et al., 2007) علاوة على ذلك، فإن أداء النظم العضوية أفضل بكثير في الظروف القاسية التي أصبحت أكثر شيوعًا بسبب تغير المناخ. في دراسة أجراه (Lotter et al., 2003)، كان أداء النظم العضوية أفضل بكثير من النظم التقليدية في 4 من أصل 5 سنوات في المزارع المتأثرة بالجفاف؛ كما أن التربة في النظم العضوية كانت تتمتع بقدرة أكبر بكثير على الاحتفاظ بالمياه مقارنة بالتربة التقليدية. وقد أبرزت الدراسات (Lotter et al., 2003; Seufert et al., 2012) أن تطبيق النظم العضوية على المدى الطويل يحسن الإنتاجية بدلاً من أن يقللها، وإن هذه المشكلة شائعة في الزراعة التقليدية بسبب استهلاك التربة. ومن هذا المنظور، تعد النظم العضوية أكثر استدامة مقارنة بالنظم التقليدية لأنها تعزز الإنتاجية على المدى الطويل. وعلى الرغم من أن المزارعين قد لا يلاحظون زيادة فورية في الإنتاجية بعد تطبيق الممارسات العضوية، إلا أن الفوائد طويلة المدى تعد سبباً قوياً لمواصلة تبني هذه الممارسات.

التسميد

(نوفابلس هو سماد حيوي شائع في مصر يعزز نمو النباتات)

يعتبر التسميد عنصراً أساسياً في النظم الزراعية. تُستخدم الأسمدة الكيميائية عادةً لتلبية احتياجات النباتات بالعناصر الغذائية بجرعات صحيحة. يظهر تأثير هذه الأسمدة بوضوح حيث تنمو المحاصيل المسمدة بشكل أسرع وأكبر بكثير مقارنة بالمحاصيل الغير مسمدة. ومن ناحية أخرى، للأسمدة الكيماوية تأثير سلبي على التربة، مثل زيادة حموضة التربة (Guo et al., 2010). ومع ذلك، فإن الأسمدة الكيماوية ليست الخيار الوحيد المتاح أمامنا؛ فالمخصبات العضوية هي خيار قابل للتطبيق أيضًا. في النظم العضوية، يعتبر الكمبوست، والمادة العضوية، والسماد الأخضر، والأسمدة الحيوية كلها مخصبات عضوية وحيوية يمكن أن تعزز نمو النبات، خاصة على المدى الطويل. على سبيل المثال، وُجد أن النظم العضوية تحتوي على كمية أكبر بكثير من الكربون العضوي في التربة مقارنة بالنظم غير العضوية (Gattinger et al., 2012)، وهو أمر مفيد للتربة حيث يرتبط الكربون العضوي في التربة بخصائص مختلفة لجودة التربة مثل القدرة على الاحتفاظ بالماء. وبالإضافة إلى ذلك، تميل النظم العضوية إلى احتوائها على محتوى أعلى من المواد العضوية مع فقد أقل للمغذيات (Mondelaers et al., 2009). أصبحت الأسمدة الحيوية، وهي خليط من الكائنات الحية الدقيقة المفيدة، أكثر شيوعًا مع زيادة الإنتاج والوعي. تُظهر دراسات مختلفة (Gajbhiye et al., 2024; Iwuagwu et al., 2013; Pandey, 2017) أن الأسمدة الحيوية يمكن أن تزيد بشكل كبير من إنتاجية المحاصيل المختلفة دون عواقب ضارة على البيئة. ويمكن دمج هذا النهج في النظم التقليدية لتقليل الأثر البيئي الضار مع زيادة إنتاجية المحاصيل وبالتالي زيادة الأرباح المحققة.

مكافحة الآفات

الآفات والأمراض هي أكبر أسباب الخسائر في النظم الزراعية. وعادة ما تستخدم المبيدات الكميائية لمكافحة الآفات والأمراض في الزراعة التقليدية. ويعد إستخدام المبيدات وسيلة سهلة ومؤكدة للقضاء على الآفات في فترة زمنية قصيرة جداً. وللأسف، لا تقضي مبيدات الآفات على الآفات فحسب، بل على الكائنات الحية النافعة أيضاً. فالحشرات والملقحات والكائنات الدقيقة والأسماك والطيور والحيوانات جميعها عرضة للتأثير الضار للمبيدات (Mahmood et al., 2016). بالإضافة إلى ذلك، تكتسب الآفات والحشائش الضارة مناعة ضد المبيدات في نهاية المطاف، مما يقلل بشكل كبير من تأثيرها في إدارة الآفات (Busi et al., 2013). ونتيجة لذلك، لا ينبغي استخدام المكافحة الكيميائية إلا كخيار أخير. وبدلاً من ذلك، تسعى النظم العضوية إلى الإدارة المتكاملة للآفات (IPM)، وهو نهج جديد لمكافحة الآفات مع تقليل التأثير الضار على البيئة. تجمع المكافحة المتكاملة للآفات بين طرق المكافحة المختلفة لتقليل الاعتماد على المكافحة الكيميائية. على سبيل المثال، قد تشمل المكافحة الزراعية تطبيق الدورة الزراعية وتحميل المحاصيل والملش، والتي تعزز جميعها صحة التربة وتمنع انتشار الآفات والحشائش الضارة. تُستخدم المكافحة الميكانيكية لجذب الآفات المستهدفة ومحاصرتها وقتلها، بينما تستخدم المكافحة الحيوية المفترسات الطبيعية للسيطرة على أعداد الآفات في الحقل (Dara, 2019). يمكن أن تكون هذه الأنواع من المكافحة بنفس فعالية المكافحة الكيميائية أو حتى أكثر فعالية منها. على سبيل المثال، يمكن للمكافحة الحيوية باستخدام الخنافس أن تقلل من أعداد حشرات المن بنسبة تزيد عن 85% (Obrycki et al., 1998). كما تراعي المكافحة المتكاملة للآفات المكافحة على المدى الطويل بدلاً من القضاء عليها على المدى القصير؛ فمن خلال الجمع بين طرق المكافحة المختلفة يمكننا ضمان استدامة النظام مع الحد من مقاومة الآفات والأمراض.

هرم المكافحة المتكاملة

المكافحة الحيوية من خلال الخنافس

الدورة الزراعية تعطل دورات المرض

صحة التربة

التربة هي أساس كل نظام زراعي. وبالتالي، فإن الحفاظ على صحة التربة وتحسينها عنصر أساسي للزراعة المستدامة. وتشير صحة التربة إلى قدرة التربة على العمل كنظام حي يحافظ على النباتات والحيوانات والبشر. ويمكن للعديد من الممارسات التقليدية، مثل الأسمدة الكيماوية والمبيدات والحرث أن تؤدي إلى تدهور التربة على مدى سنوات (Martini et al., 2004). ومن ناحية أخرى، يمكن أن تساعد الممارسات العضوية في الحفاظ على صحة التربة وتعزيزها. فالحرث يكشف التربة ويجعلها عرضة للتعرية والتآكل والتدهور. وتوصل (El Mekkaoui et al., 2023) إلى أنه بالمقارنة مع الحرث التقليدي، أظهرت نظم عدم الحرث خصائص فيزيائية أفضل وزادت بشكل كبير من الكربون العضوي للتربة في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، مثل مصر. في دراسة أخرى أجراها (Jacobs et al.، 2022)، أدى الجمع بين محاصيل التغطية وعدم الحرث إلى انخفاض التكاليف (حوالي 43% أقل) وانخفاض خسائر التربة (أكثر من 85% انخفاض الخسائر). علاوة على ذلك، أبرز (Krause et al., 2022) كيف زاد الكربون العضوي في التربة وجودة التربة البيولوجية في النظم العضوية مقارنة بالنظم التقليدية، مما يشير إلى أن زيادة الكربون العضوي في التربة يزيد أيضًا من النشاط البيولوجي في التربة. وأخيرًا، كشف (Siegrist et al., 1998) أن التربة في ظل النظام العضوي كانت أقل عرضة للتعرية مقارنة بالنظم التقليدية؛ كما أن التربة العضوية تتمتع بتماسك أفضل للتربة والزيادة الحيوية لديدان الأرض وتنوعها. ومن الواضح أن العديد من الممارسات العضوية، بما في ذلك السماد العضوي وعدم الحرث، يمكن أن تحسن صحة التربة؛ ويمكن القول إن هذه الفوائد لا تقل أهمية عن إنتاجية النظام.

(زراعة الذرة على تربة غير محروثة)

(تحافظ محاصيل التغطية على بنية التربة وتحسينها)

صحة الإنسان

لا يرتبط الأمن الغذائي بكمية الأغذية المنتجة فحسب، بل يرتبط أيضًا بجودة الأغذية وسلامتها. فالزراعة هي المسؤولة عن إنتاج الغذاء؛ وبالتالي، تنتج النظم الزراعية المختلفة أغذية ذات جودة وسلامة مختلفة. على سبيل المثال، يرتبط التعرض للمبيدات الحشرية بآثار صحية مختلفة بما في ذلك التسمم العصبي والتسمم الوراثي والتأثيرات الجلدية والعيوب الخلقية (M Sanborn et al., 2007). وعلاوة على ذلك، تم العثور على متبقيات مبيدات الآفات على غالبية الوجبات الجاهزة التي تم اختبارها (Lorenzin, 2007; McGill & Robinson, 1968)، مما يزيد من تعرض البشر للمبيدات. من العناصر الأساسية للنظم العضوية توفير غذاء عالي الجودة وآمن للمستهلكين، وتدعم الدراسات هذا الادعاء. حيث توصل (Barański et al., 2014) إلى أن المحاصيل المزروعة تقليديًا تحتوي على معدل ظهور متبقيات مبيدات الآفات أعلى 4 اضعاف مقارنة بالمحاصيل العضوية، في حين أن المحاصيل العضوية تحتوي على كميات أكبر بكثير من مضادات الأكسدة مثل البوليفينول، والتي ثبت أنها تقلل من الأمراض وتحسن صحة الإنسان. بالإضافة إلى ذلك، كان للأغذية التقليدية تركيزات أعلى بكثير من الكادميوم. في دراسة أخرى (Lu et al., 2006)، أدى إدخال الأغذية العضوية إلى النظام الغذائي للأطفال إلى انخفاض فوري في التعرض للمبيدات الفسفورية العضوية لتصبح غير ملحوظة. وعموماً، يبدو أن الدراسات تشير إلى أن مبيدات الآفات والأسمدة الكيميائية تسبب التعرض للتلوث الذي يؤثر سلبياً على صحة الإنسان، وأن النظم العضوية لا تشكل نفس الخطر لأنها تمنع استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية.

صحة البيئة

الإنسان جزء من البيئة، وما يؤثر على البيئة يؤثر علينا أيضاً. ومن الضروري تقييم تأثير النظم الزراعية المختلفة على البيئة وتحسينها قدر الإمكان. وبالفعل، تتسبب الممارسات الزراعية التقليدية في العديد من المشاكل البيئية بما في ذلك فقدان التنوع البيولوجي، والتعرية، وتآكل التربة، والانبعاثات الضارة، وترشيح العناصر الغذائية. ويمكن للزراعة العضوية أن تساعد في التخفيف من الآثار السلبية للزراعة التقليدية واستعادتها من خلال زيادة الكربون العضوي في التربة (SOC)، وتعزيز التنوع البيولوجي، وبناء التربة، وتوفير المكافحة الطبيعية للآفات (Gomiero et al., 2011). على سبيل المثال، غالبًا ما تعمل الممارسات العضوية على بناء التربة وتوفر موطنًا للكائنات الحية المفيدة. ونتيجة لذلك، كان معدل الأنواع الحية النافعة أعلى بنسبة 30% في المزارع الخاضعة للنظم العضوية مقارنة بالنظم التقليدية (Tuck et al.، 2014). توصلت دراسة تقارن بين النظم التقليدية والنظم العضوية لمدة 21 عامًا إلى أن النظم العضوية أظهرت خصوبة أفضل للتربة وتنوعًا بيولوجيًا أعلى مقارنة بالنظم التقليدية (Maeder et al., 2002)؛ وهذا مهم بشكل خاص لأن التربة الخصبة ضرورية للنظم الزراعية المستدامة. فيما يتعلق بالتربة، أدت الممارسات العضوية إلى زيادة تركيزات الكربون العضوي في التربة بنسبة 18%، وكذلك زيادة للميكروبات بنسبة 30% .(Crystal-Ornelas et al., 2021) تُعد المادة العضوية في التربة مفيدة للغاية للتربة لأنها تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء وتحسن بنية التربة، في حين أن الميكروبات قد تحد من أمراض التربة. أخيرًا، أدت النظم العضوية منخفضة الحراثة وعدم الحراثة إلى تقليل تآكل التربة بشكل كبير حتى خلال الدراسات قصيرة الأجل (Seitz et al. 2019). وعمومًا، يبدو أن النظم العضوية أكثر ملاءمة للبيئة مقارنة بالنظم التقليدية، وهو ما يجب مراعاته من أجل استدامة نظم إنتاج الأغذية وإنتاجية التربة الخصبة المتاحة.

(التربة الصحية غنية بالتنوع الحيوي)

(التربة الخصبة لها لون داكن بسبب المواد العضوية)

الخلاصة

إن العديد من الدراسات تظهر أن النظم التقليدية تنتج محصولاً أعلى مقارنة بالنظم العضوية، إلا أن ذلك قد يكون صحيحاً على المدى القصير فقط لأن النظم التقليدية غالباً ما تؤدي إلى تدهور وتآكل التربة، وهو أمر غير مستدام. وفي ظل ظروف الجفاف وعلى المدى الطويل، يمكن للنظم العضوية أن تنافس النظم التقليدية بل وتزيد من محصولها مقارنة بالنظم التقليدية. وتظهر النظم العضوية أيضًا تفوقًا فيما يتعلق بخصوبة التربة، وتقليل التعرض للمبيدات و تآكل التربة، وزيادة التنوع البيولوجي والكربون العضوي في التربة. كل هذه الفوائد تدعم النظم العضوية وتعززها كنظم أكثر استدامة لإنتاج الأغذية.

المراجع

Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. Renewable Agriculture and Food Systems, 22(2), 86–108. https://doi.org/10.1017/S1742170507001640

Barański, M., Średnicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G. B., Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Tahvonen, R., Janovská, D., Niggli, U., Nicot, P., & Leifert, C. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. British Journal of Nutrition, 112(5), 794–811. https://doi.org/10.1017/S0007114514001366

Busi, R., Vila-Aiub, M. M., Beckie, H. J., Gaines, T. A., Goggin, D. E., Kaundun, S. S., Lacoste, M., Neve, P., Nissen, S. J., Norsworthy, J. K., Renton, M., Shaner, D. L., Tranel, P. J., Wright, T., Yu, Q., & Powles, S. B. (2013). Herbicide-resistant weeds: from research and knowledge to future needs. Evolutionary Applications, 6(8), 1218–1221. https://doi.org/10.1111/eva.12098

Crystal-Ornelas, R., Thapa, R., & Tully, K. L. (2021). Soil organic carbon is affected by organic amendments, conservation tillage, and cover cropping in organic farming systems: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 312, 107356. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107356

Dara, S. K. (2019). The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. Journal of Integrated Pest Management, 10(1). https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010

El Mekkaoui, A., Moussadek, R., Mrabet, R., Douaik, A., El Haddadi, R., Bouhlal, O., Elomari, M., Ganoudi, M., Zouahri, A., & Chakiri, S. (2023). Effects of Tillage Systems on the Physical Properties of Soils in a Semi-Arid Region of Morocco. Agriculture, 13(3), 683. https://doi.org/10.3390/agriculture13030683

Gajbhiye, R. P., Sharma, R. R., & Tewari, R. N. (2024). Effect of biofertilizers on growth and yield parameters of tomato. In Indian J. Hort (Vol. 143, Issue 4). www.IndianJournals.com

Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N. E.-H., & Niggli, U. (2012). Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(44), 18226–18231. https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences, 30(1–2), 95–124. https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355

Guo, J. H., Liu, X. J., Zhang, Y., Shen, J. L., Han, W. X., Zhang, W. F., Christie, P., Goulding, K. W. T., Vitousek, P. M., & Zhang, F. S. (2010). Significant Acidification in Major Chinese Croplands. Science, 327(5968), 1008–1010. https://doi.org/10.1126/science.1182570

IFOAM. (2008). Definition of Organic Agriculture . IFOAM Organics International. https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic#:~:text=Organic%20Agriculture%20is%20a%20production,of%20inputs%20with%20adverse%20effects

Iwuagwu, M., Ks, C., & Uka, U. N. (2013). Effects of biofertilizers on the growth of Zea mays L. Article in Asian Journal of Microbiology Biotechnology and Environmental Sciences. https://www.researchgate.net/publication/287523622

Jacobs, A. A., Evans, R. S., Allison, J. K., Garner, E. R., Kingery, W. L., & McCulley, R. L. (2022). Cover crops and no-tillage reduce crop production costs and soil loss, compensating for lack of short-term soil quality improvement in a maize and soybean production system. Soil and Tillage Research, 218, 105310. https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105310

Krause, H.-M., Stehle, B., Mayer, J., Mayer, M., Steffens, M., Mäder, P., & Fliessbach, A. (2022). Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. Agronomy for Sustainable Development, 42(6), 117. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00843-y

Le Campion, A., Oury, F.-X., Heumez, E., & Rolland, B. (2020). Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. Organic Agriculture, 10(1), 63–74. https://doi.org/10.1007/s13165-019-00249-3

Comparing Organic Agriculture and Conventional Agriculture

Agriculture is the backbone of all civilizations, and the stronger this backbone is the stronger the civilization will be. Agricultural systems are man-made systems with the aim of cultivating the largest number of crops possible within the system. However, it makes no sense to follow a system that meets the aim we need if we can not sustain the system for years to come. Additionally, human and soil health should be evaluated as well, and the overall environmental effects should be studied before adopting any agricultural system. From this perspective, agronomists realized that the highest yield/production is not a reliable indicator for the efficiency or the sustainability of the system, and that a holistic approach is needed to correctly evaluate different agricultural approaches. The aim of this article is to provide a brief comparison between conventional and organic agriculture in terms of productivity, fertilization, pest control, soil health, human health and the possible environmental effects each system may possess.

Definition

Since the Green Revolution, agriculture have been largely based on monocrop systems with the aim of increasing yield while eliminating pests and diseases. The invention of chemical fertilizers and pesticides increased the productivity of agricultural systems significantly. This led many farmers to abandon diverse cropping systems and concentrate on high-yielding monocrops. Nowadays, conventional agriculture refers to systems that mass cultivate a certain crop with consistent applications of high inputs such as fertilizers and pesticides (Le Campion et al., 2020). However, it should be noted that conventional agriculture is region-specific. For instance, conventional systems in North America are widely different from conventional systems in Africa. Regardless, most conventional systems around the world utilize synthetic fertilizers and pesticides to grow a single crop. On the other hand, organic agriculture limits and even prohibits the use of synthetic fertilizers and pesticides, but that's not the only difference between the 2 systems. Organic practices also include crop rotations, inter-cropping, compost, biofertilizers, green manure and cover crops, where all of them provide benefits to the agricultural system. According to the (IFOAM, 2008), "Organic Agriculture is a production system that sustains the health of soils, ecosystems, and people. It relies on ecological processes, biodiversity and cycles adapted to local conditions, rather than the use of inputs with adverse effects." This clearly exhibits that organic agriculture has a more holistic approach to farming compared to conventional agriculture, but is it really practical, or is it just virtue-signaling?

4 Principles of Organic Agriculture

Health

Ecology

Fairness

Care

Productivity and Yield

When it comes to measuring the productivity of agricultural systems, yield is often the most important factor considered. Many people criticize organic systems for their lower yields compared to conventional systems, where organic yields are generally between 5-25% lower (Seufert et al., 2012). However, most of these experiments are short-term experiments in average field conditions, often without the application of novel organic practices such as biofertilizers or biopesticides. Despite this, many studies still show that organic systems have the potential to significantly contribute to food security (Badgley et al., 2007). Furthermore, organic systems perform much better in extreme conditions, which are becoming more common due to climate change. In a study performed by (Lotter et al., 2003), organic systems had significantly better yields compared to conventional systems in 4 out of 5 years in drought affected farms; the soils in the organic systems also had significantly higher water retention than conventional soils. Studies (Lotter et al., 2003; and Seufert et al., 2012) highlighted that long-term application of organic systems improve the yield rather than decreasing them, a common problem in conventional agriculture due to soil depletion. From this perspective, organic systems are much more sustainable compared to conventional systems as they promote long-term yields. While farmers may not notice immediate increase in yield after applying organic practices, the long-term benefits are a strong reason to continue adopting them.

(Under drought conditions, organic systems perform better than conventional systems)

Fertilization

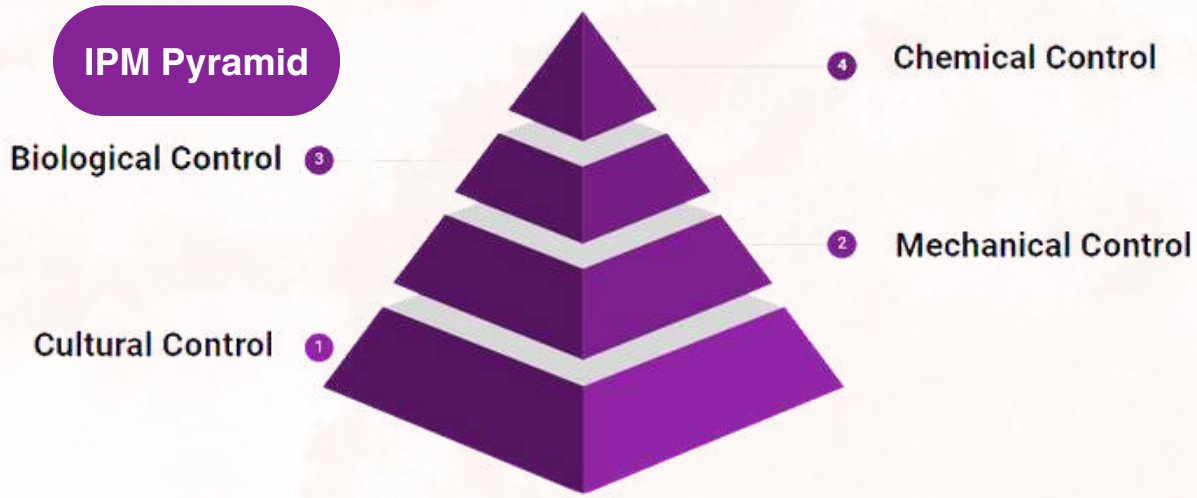
(Novaplus is a common biofertilizer in Egypt that promotes plant growth)

Fertilization is a key-component in agricultural systems. Chemical fertilizers are commonly used to supply essential nutrients to plants at correct doses. The effect of these fertilizers is obvious: fertilized crops grow much faster and larger compared to unfertilized crops. On the other hand, chemical fertilizers have a negative effect on soils, such as the acidification of soils in China(Guo et al., 2010). However, chemical fertilizers are not the only option available to us; organic fertilizers are a viable option as well. In organic systems, compost, manure, green manure, and biofertilizers are all organic fertilizers that can promote plant growth, especially long-term. For example, organic systems were found to have a much higher amount of Soil Organic Carbon (SOC) compared to non-organic systems (Gattinger et al., 2012), which is beneficial for soil as SOC is associated with various soil properties such as water-holding capacity. Additionally, organic systems tend to have higher content of organic matter with less nutrients leaching per production area (Mondelaers et al., 2009). Biofertilizers, a mixture of beneficial microorganisms, is becoming more and more common as production and awareness increases.

Various studies (Gajbhiye et al., 2024; Iwuagwu et al., 2013; Pandey, 2017) demonstrate that biofertilizers can significantly increase the yield of different crops without the harmful consequences on the environment. This approach can be integrated in conventional systems to decrease the harmful environmental impact, while increasing the yield of crops, and consequently, the profits obtained.

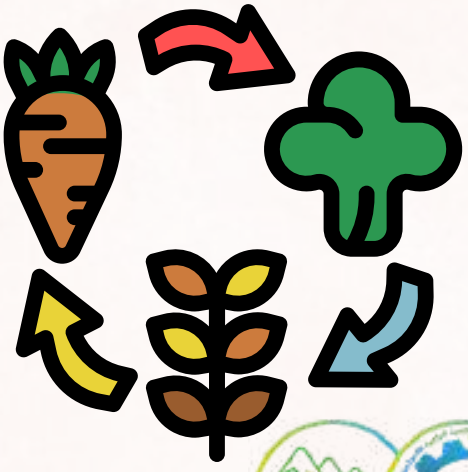
Pest Control

Pests and diseases are the largest causes of losses in agricultural systems. Typically, pesticides are used to control pests/diseases in conventional agriculture. Spraying pesticides is an easy and sure way of eliminating pests in a very short period of time. Unfortunately, pesticides do not only eliminate pests, but beneficial organisms as well. Insects, pollinators, decomposers, fish, birds and animals are all susceptible to the detrimental effect of pesticides (Mahmood et al., 2016). Additionally, pests and weeds eventually develop resistance to pesticides, which significantly decreases their effect in pest management (Busi et al., 2013). Thus, chemical control should be used only as a last resort. Instead, organic systems apply Integrated Pest Management (IPM), a novel approach for controlling pests while decreasing the harmful effect on the environment. IPM combines various control methods to reduce the reliance on chemical control. For example, cultural control may include the application of crop rotations, inter-cropping and mulching, which all promote soil health and deters pest and weed infestations. Mechanical control is used to attract and trap/kill targeted pests, while biological control uses natural predators to control pest populations in the field (Dara, 2019). These types of control can be just as effective or even more effective than chemical control. For instance, biological control by using ladybugs can reduce aphid populations by more than 85% (Obrycki et al., 1998). IPM also considers long-term control of pests rather than short-term elimination of them; by combining different methods of control we can ensure the sustainability of the system while reducing resistance in pests and weeds.



Biological control through ladybugs

Crop rotations break disease cycles



Effect on Soil Health

Soil is the foundation of every agricultural system. Hence, maintaining and improving soil health is a key element for sustainable agriculture. Soil health refers to the capacity of soil to function as a living system that sustains plants, animals, and people. Many conventional practices, such as chemical fertilizers, pesticides and tillage, can degrade soil over years (Martini et al., 2004). On the other hand, organic practices can help maintain and enhance soil health. (El Mekkaoui et al., 2023) concluded that compared to conventional tillage, no-till systems exhibited better physical properties and significantly increased SOC in arid and semi-arid regions, such as Egypt. In another study by (Jacobs et al., 2022), combining cover crops and no-till resulted in lower costs (around 43% less) and reduced soil losses (more than 85% reduced losses). Furthermore, (Krause et al., 2022) highlighted how SOC and biological soil quality increased in organic systems compared to conventional systems, which suggest that increasing SOC also increases the biological activity in soil. Lastly, (Siegrist et al., 1998) revealed that soils under organic systems were less vulnerable to erosion compared to conventional systems; the organic soils also had better aggregate stability and increased earthworm biomass and diversity. It is evident that many organic practices, including compost and no-till, can improve soil health; these benefits are arguably just as important as the yield of the system.

(Maize growing on no-till soil)

(Cover crops maintain and improve soil structure)

Effect on Human Health

Food security is not only related to the amount of food produced, but also the quality and safety of food. Agriculture is responsible for food production; hence, different agricultural systems produce food with different quality and safety. For example, pesticide exposure is linked to various health effects including neurotoxicity, genotoxicity, dermatologic effect, and birth defects (M Sanborn et al., 2007). Furthermore, pesticides residues were found on the majority of tested prepared meals (Lorenzin, 2007; McGill & Robinson, 1968), which increases pesticides exposure to humans. An essential component of organic systems is to provide high quality and safe food for consumers, and studies support that claim. A literature review by (Barański et al., 2014) concluded that conventionally grown crops had an occurrence rate of pesticide residues 4 times higher compared to organic crops. Additionally, organic crops had substantially higher amounts of antioxidants such as polyphenols, which are shown to reduce diseases and improve human health. Lastly, conventional food had significantly higher concentrations of the heavy metal Cadmium. In another study (Lu et al., 2006), introducing organic food to children's diet resulted in an immediate decrease of organophosphorus pesticides exposure to become undetected. Overall, studies seem to suggest that chemical pesticides and fertilizers cause pollution exposure that negatively affects human health, and that organic systems do not pose the same risk as they prohibit the use of chemical pesticides and fertilizers.

Effect on the Environment

Humans are a part of the environment, and what affects the environment affects us, too. It is necessary to assess the impact of different agricultural systems on the environment and improve them as much as possible. Indeed, conventional agricultural practices cause various environmental issues including biodiversity loss, erosion, soil degradation, harmful emissions and nutrient leaching. Organic agriculture can help mitigate and restore the negative effect of conventional agriculture by increasing SOC, promoting biodiversity, building top soil, sequestering Carbon, and providing natural pest control (Gomiero et al., 2011). For example, organic practices often build up soil and provides habitat for beneficial organisms. As a result, species richness was higher by 30% in farms under organic systems compared to conventional systems (Tuck et al., 2014). A study comparing conventional systems against organic systems for 21 years concluded that organic systems exhibited better soil fertility and higher biodiversity compared to conventional systems (Maeder et al., 2002); this is particularly important as fertile soils are essential for sustainable agricultural systems. Regarding soil, organic practices, such as cover crops and conservation tillage, increased SOC concentrations in soils by 18%, as well as increasing microbial biomass by 30% (Crystal-Ornelas et al., 2021). SOC is highly beneficial for soils as it increases water-holding capacity and improves soil structure, while higher microbial biomass may suppress soil diseases. Lastly, reduced tillage and no-till organic systems significantly reduced soil erosion even during short-term studies (Seitz et al., 2019). Overall, organic systems seem to be much more environment-friendly compared to conventional systems, which must be considered for sustainability of food production systems and for the productivity of the limited fertile soils available.

(Fertile loam soil have a dark color due to organic matter)

(Healthy soil is rich in biodiversity)

Conclusion

While its true that many studies show that conventional systems produce higher yield compared to organic systems, that may be only true short-term as conventional systems often result in soil degradation and soil erosion, which is unsustainable. Under drought conditions and long-term, organic systems can compete and even increase the yield compared to conventional systems. Organic systems also show superiority regarding soil fertility, reduced pesticide exposure, increased biodiversity, reduced erosion, and increased SOC. All these benefits support organic agriculture and cement it as a more sustainable system for food production.

References

Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., & Perfecto, I. (2007). Organic agriculture and the global food supply. Renewable Agriculture and Food Systems, 22(2), 86–108. https://doi.org/10.1017/S1742170507001640

Barański, M., Średnicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G. B., Benbrook, C., Biavati, B., Markellou, E., Giotis, C., Gromadzka-Ostrowska, J., Rembiałkowska, E., Skwarło-Sońta, K., Tahvonen, R., Janovská, D., Niggli, U., Nicot, P., & Leifert, C. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. British Journal of Nutrition, 112(5), 794–811. https://doi.org/10.1017/S0007114514001366

Busi, R., Vila-Aiub, M. M., Beckie, H. J., Gaines, T. A., Goggin, D. E., Kaundun, S. S., Lacoste, M., Neve, P., Nissen, S. J., Norsworthy, J. K., Renton, M., Shaner, D. L., Tranel, P. J., Wright, T., Yu, Q., & Powles, S. B. (2013). Herbicide-resistant weeds: from research and knowledge to future needs. Evolutionary Applications, 6(8), 1218–1221. https://doi.org/10.1111/eva.12098

Crystal-Ornelas, R., Thapa, R., & Tully, K. L. (2021). Soil organic carbon is affected by organic amendments, conservation tillage, and cover cropping in organic farming systems: A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment, 312, 107356. https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107356

Dara, S. K. (2019). The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. Journal of Integrated Pest Management, 10(1). https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010

El Mekkaoui, A., Moussadek, R., Mrabet, R., Douaik, A., El Haddadi, R., Bouhlal, O., Elomari, M., Ganoudi, M., Zouahri, A., & Chakiri, S. (2023). Effects of Tillage Systems on the Physical Properties of Soils in a Semi-Arid Region of Morocco. Agriculture, 13(3), 683. https://doi.org/10.3390/agriculture13030683

Gajbhiye, R. P., Sharma, R. R., & Tewari, R. N. (2024). Effect of biofertilizers on growth and yield parameters of tomato. In Indian J. Hort (Vol. 143, Issue 4). www.IndianJournals.com

Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N. E.-H., & Niggli, U. (2012). Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(44), 18226–18231. https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109

Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. Critical Reviews in Plant Sciences, 30(1–2), 95–124. https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355

Guo, J. H., Liu, X. J., Zhang, Y., Shen, J. L., Han, W. X., Zhang, W. F., Christie, P., Goulding, K. W. T., Vitousek, P. M., & Zhang, F. S. (2010). Significant Acidification in Major Chinese Croplands. Science, 327(5968), 1008–1010. https://doi.org/10.1126/science.1182570

IFOAM. (2008). Definition of Organic Agriculture . IFOAM Organics International. https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic#:~:text=Organic%20Agriculture%20is%20a%20production,of%20inputs%20with%20adverse%20effects

Iwuagwu, M., Ks, C., & Uka, U. N. (2013). Effects of biofertilizers on the growth of Zea mays L. Article in Asian Journal of Microbiology Biotechnology and Environmental Sciences. https://www.researchgate.net/publication/287523622

Jacobs, A. A., Evans, R. S., Allison, J. K., Garner, E. R., Kingery, W. L., & McCulley, R. L. (2022). Cover crops and no-tillage reduce crop production costs and soil loss, compensating for lack of short-term soil quality improvement in a maize and soybean production system. Soil and Tillage Research, 218, 105310. https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105310

Krause, H.-M., Stehle, B., Mayer, J., Mayer, M., Steffens, M., Mäder, P., & Fliessbach, A. (2022). Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. Agronomy for Sustainable Development, 42(6), 117. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00843-y

Le Campion, A., Oury, F.-X., Heumez, E., & Rolland, B. (2020). Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies. Organic Agriculture, 10(1), 63–74. https://doi.org/10.1007/s13165-019-00249-3

Lorenzin, M. (2007). Pesticide residues in Italian Ready-Meals and dietary intake estimation. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 42(7), 823–833. https://doi.org/10.1080/03601230701555021

Lotter, D. W., Seidel, R., & Liebhardt, W. (2003). The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. American Journal of Alternative Agriculture, 18(3), 146–154. https://doi.org/10.1079/AJAA200345

Lu, C., Toepel, K., Irish, R., Fenske, R. A., Barr, D. B., & Bravo, R. (2006). Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides. Environmental Health Perspectives, 114(2), 260–263. https://doi.org/10.1289/ehp.8418

M Sanborn, KJ Kerr, LH Sanin, DC Cole, KL Bassil, & C Vakil. (2007). Non-cancer health effects of pesticides Systematic review and implications for family doctors Pesticides: effets sur la santé, outre le cancer Revue systématique et implications pour le médecin de famille. Canadian Family Physician • Le Médecin de Famille Canadien, 53, 1712–1720. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2231436/

Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296(5573), 1694–1697. https://doi.org/10.1126/science.1071148

Mahmood, I., Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., & Hakeem, K. R. (2016). Effects of Pesticides on Environment. In Plant, Soil and Microbes (pp. 253–269). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13

Martini, E. A., Buyer, J. S., Bryant, D. C., Hartz, T. K., & Denison, R. F. (2004). Yield increases during the organic transition: improving soil quality or increasing experience? Field Crops Research, 86(2–3), 255–266. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.002

McGill, A. E. J., & Robinson, J. (1968). Organochlorine insecticide residues in complete prepared meals: A 12-month survey in S.E. England. Food and Cosmetics Toxicology, 6(1), 45–57. https://doi.org/10.1016/0015-6264(68)90080-1

Mondelaers, K., Aertsens, J., & Van Huylenbroeck, G. (2009). A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. British Food Journal, 111(10), 1098–1119. https://doi.org/10.1108/00070700910992925

Obrycki, J. J., Giles, K. L., & Ormord, A. M. (1998). Experimental Assessment of Interactions Between Larval Coleomegilla maculata and Coccinella septempunctata (Coleoptera: Coccinellidae) in Field Cages. Environmental Entomology, 27(5), 1280–1288. https://doi.org/10.1093/ee/27.5.1280

Pandey, S. K. (2017). Effect of Biofertilizers and Organic Manures on Plant Growth, Flowering and Tuber Production of Dahlia (Dahlia variabilis L.) Cv. S.P. Kamala. International Journal of Pure & Applied Bioscience, 5(2), 549–555. https://doi.org/10.18782/2320-7051.2521

Seitz, S., Goebes, P., Puerta, V. L., Pereira, E. I. P., Wittwer, R., Six, J., van der Heijden, M. G. A., & Scholten, T. (2019). Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. Agronomy for Sustainable Development, 39(1), 4. https://doi.org/10.1007/s13593-018-0545-z

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature, 485(7397), 229–232. https://doi.org/10.1038/nature11069

Siegrist, S., Schaub, D., Pfiffner, L., & Mäder, P. (1998). Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems & Environment, 69(3), 253–264. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00113-3

Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. Journal of Applied Ecology, 51(3), 746–755. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219

Lorenzin, M. (2007). Pesticide residues in Italian Ready-Meals and dietary intake estimation. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 42(7), 823–833. https://doi.org/10.1080/03601230701555021

Lotter, D. W., Seidel, R., & Liebhardt, W. (2003). The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. American Journal of Alternative Agriculture, 18(3), 146–154. https://doi.org/10.1079/AJAA200345

Lu, C., Toepel, K., Irish, R., Fenske, R. A., Barr, D. B., & Bravo, R. (2006). Organic Diets Significantly Lower Children's Dietary Exposure to Organophosphorus Pesticides. Environmental Health Perspectives, 114(2), 260–263. https://doi.org/10.1289/ehp.8418

M Sanborn, KJ Kerr, LH Sanin, DC Cole, KL Bassil, & C Vakil. (2007). Non-cancer health effects of pesticides Systematic review and implications for family doctors Pesticides: effets sur la santé, outre le cancer Revue systématique et implications pour le médecin de famille. Canadian Family Physician • Le Médecin de Famille Canadien, 53, 1712–1720. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2231436/

Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., & Niggli, U. (2002). Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science, 296(5573), 1694–1697. https://doi.org/10.1126/science.1071148

Mahmood, I., Imadi, S. R., Shazadi, K., Gul, A., & Hakeem, K. R. (2016). Effects of Pesticides on Environment. In Plant, Soil and Microbes (pp. 253–269). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13

Martini, E. A., Buyer, J. S., Bryant, D. C., Hartz, T. K., & Denison, R. F. (2004). Yield increases during the organic transition: improving soil quality or increasing experience? Field Crops Research, 86(2–3), 255–266. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.09.002

McGill, A. E. J., & Robinson, J. (1968). Organochlorine insecticide residues in complete prepared meals: A 12-month survey in S.E. England. Food and Cosmetics Toxicology, 6(1), 45–57. https://doi.org/10.1016/0015-6264(68)90080-1

Mondelaers, K., Aertsens, J., & Van Huylenbroeck, G. (2009). A meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. British Food Journal, 111(10), 1098–1119. https://doi.org/10.1108/00070700910992925

Obrycki, J. J., Giles, K. L., & Ormord, A. M. (1998). Experimental Assessment of Interactions Between Larval Coleomegilla maculata and Coccinella septempunctata (Coleoptera: Coccinellidae) in Field Cages. Environmental Entomology, 27(5), 1280–1288. https://doi.org/10.1093/ee/27.5.1280

Pandey, S. K. (2017). Effect of Biofertilizers and Organic Manures on Plant Growth, Flowering and Tuber Production of Dahlia (Dahlia variabilis L.) Cv. S.P. Kamala. International Journal of Pure & Applied Bioscience, 5(2), 549–555. https://doi.org/10.18782/2320-7051.2521

Seitz, S., Goebes, P., Puerta, V. L., Pereira, E. I. P., Wittwer, R., Six, J., van der Heijden, M. G. A., & Scholten, T. (2019). Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. Agronomy for Sustainable Development, 39(1), 4. https://doi.org/10.1007/s13593-018-0545-z

Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. Nature, 485(7397), 229–232. https://doi.org/10.1038/nature11069

Siegrist, S., Schaub, D., Pfiffner, L., & Mäder, P. (1998). Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. Agriculture, Ecosystems & Environment, 69(3), 253–264. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00113-3

Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., & Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. Journal of Applied Ecology, 51(3), 746–755. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219