تسميد المحاصيل من أجل صحة أفضل للإنسان: دراسة علمية

ملخص

إعداد: توم دبليو برولسيما، باتريك هيفر، روس إم. ويلش، إسماعيل كاكماك وكيفن موران

توم دبليو برولسيما، مدير برنامج جنوب شرق أمريكا الشمالية، المعهد الدولي لتغذية النبات، جيولف، أونتاريو، كندا. بريد إلكتروني: Tom.Bruulsema@ipni.net

باتريك هيفر، مدير الخدمات الزراعية، الاتحاد الدولي لصناعة الأسمدة، باريس، فرنسا، البريد الإلكتروني: pheffer@fertilizer.org

روس إم. ويلش، عالم أول، مركز روبرت دبليو هولي للزراعة والصحة بجامعة كورنيل، إيثاكا، نيويورك، الولايات المتحدة، البريد الإلكتروني: rmw1@cornell.edu

إسماعيل كاكماك، بروفيسور، كلية الهندسة والعلوم الطبيعية، جامعة سابانجي، إسطنبول، تركيا، البريد الإلكتروني: cakmak@sabanciuniv.edu

كيفن موران، مدير مركز يارا لكفاءة المغذيات الورقية والمغذيات الدقيقة، يارا بوكلينغتن (المملكة المتحدة)، قصر مانور، بوكلينغتن، يورك، المملكة المتحدة. البريد الإلكتروني: Kevin.Moran@yara.com

IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

International
Fertilizer Industry
Association

يعتمد قطاع عريض من البشرية في غذائه على زيادة إنتاج الأغذية باستخدام الأسمدة في إنتاج المحاصيل. وتساعد الأسمدة على زيادة كمية الأغذية المنتجة وتحسين جودة نوعيتها، على السواء. وتساهم الأسمدة بقدر كبير في تحسين صحة الإنسان وزيادة رفاهيته إذا استخدمت بطريقة صحيحة، أي إذا أضيفت الأسمدة بالطريقة المناسبة- مراعاة التحديد السليم لمصدر السماد وكميته اللازمة وتوقيت إضافته ونوع التربة- وأنواع المحاصيل المناسبة.

منذ عام 1948 أطلقت منظمة الصحة العالمية التعريف التالي على صحة الإنسان "حالة من اكتمال السلامة البدنية والعقلية والرفاهية الاجتماعية، وليست فقط مجرد انعدام المرض والإعاقة". ويقودنا التأمل البسيط في هذا التعريف إلى أن المسئولية عن صحة الإنسان تمتد إلى أبعد من نطاق العلوم الطبية الهامة لتشمل العديد من التخصصات الأخرى. ويعتبر منح جائزة نوبل للسلام في عام 1970 إلى الدكتور نورمان بارلوغ اعترافاً كبيراً بارتباط العلوم الزراعية بهذا التعريف الخاص بصحة الإنسان.

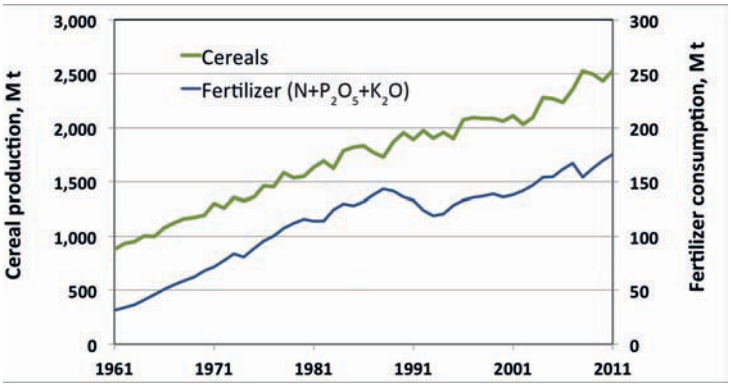
عزَز استخدام الأسمدة في عمليات إنتاج المحاصيل الزراعية من زيادة الإنتاجية الرأسية للوحدة المزروعة، وساعد في زيادة الوفرة الكلية للأغذية، وساهم أيضاً في جودة الغذاء واحتوائه على العناصر الضرورية. كذلك، أدى الإنتاج المتزايد للمحاصيل الأكثر استجابةً للأسمدة إلى تغيير تشكيلة المحاصيل المنتجة ومستوى ملاءمتها لاحتياجات الإنسان الغذائية.

تعتمد صحة الإنسان على الغذاء. ولا يقتصر دور الزراعة على توفير السلع الزراعية فحسب، بل يتعداها إلى توفير الأطعمة التي تفيد صحة الإنسان، ويدعم استخدام الأسمدة هذا الدور. يجب أن تركز التنمية الزراعية المستدامة والاستخدام المستدام للأسمدة بشكل متزايد على تغذية صحة الإنسان، وينبغي أن يسعيا معاً إلى تحقيق حياة صحية للجميع ومنتجة في ظل الزيادة الهائلة في أعداد سكان العالم. وبينما تلعب الأسمدة دوراً كبيراً في دعم صحة الإنسان، تبقى الحاجة ماسة إلى تعزيز هذا الدور بقدر أكبر. وتتطلب التنمية المستدامة رؤيةً تتعدى الاهتمام بالحاجات المباشرة والهامة المتعلقة بالإنتاجية والربحية على مستوى المزرعة لتشمل تصميم الأنظمة الزراعية لضمان توفير الغذاء الأفضل للإنسان. تهدف هذه الدراسة إلى توفير المعرفة الدقيقة عن الصلات المتعددة المتعلقة بجودة المحاصيل والمؤثرة على صحة الإنسان. إنَ تطبيق نهج الإشراف على المغذيات المسمى اختصاراً "الراءات الأربعة 4R Nutrient Stewardship)"4R)والذي يعني استخدام مصدر السماد المناسب بالمعدل الصحيح في الزمان والمكان المناسبين يحتاج أن يحتوي على هذه الصلات كجزء من تعريف كلمة "الصحيح".

الأمن الغذائي والتغذوي

يتحقق الأمن الغذائي عندما يتسنى لجميع الناس الحصول المادي والاجتماعي والاقتصادي في كل الأوقات على كميات كافية من الطعام السليم والمغذي للجسم. ويعني الأمن التغذوي الوصول إلى الاستخدام المناسب والامتصاص التام للمغذيات المتوفرة في الطعام لكي يعيش الإنسان حياةً سليمةً ومليئةً بالنشاط والحيوية (الفاو، 2009FAO,).

بين عامي 1961 و 2008 ازداد عدد سكان العالم من 3.1 إلى 6.8 بليون نسمة. وفي هذه الفترة ذاتها ازداد الإنتاج العالمي من الحبوب من 900 إلى 2500 مليون طن (الرسم البياني 1)، ويعزى القدر الأكبر من زيادة إنتاج الحبوب إلى ازدياد الاستخدام العالمي للأسمدة من 30 إلى ما يربو على 150 مليون طن. ولولا استخدام الأسمدة لكان إنتاج العالم من الحبوب قد انخفض إلى النصف (إريسمان وآخرون، 2008).



الرسم البياني 1، الإنتاج العالمي للحبوب والاستهلاك الكلي للأسمدة 1961-2011 (الفاو 2012، الإيفا 2012)
الأسمدة: (النيتروجين+ سوبر فوسفات الكالسيوم+ كلوريد البوتاسيوم)

بمضاعفة الكميات الجديدة من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم التي تدخل في المحيط الحيوي للأرض لعب استخدام الأسمدة دوراً حاسماً في تمكين الإنسان من الوصول إلى الغذاء، غير أنه لم تتح هذه الفرصة لجميع الناس، حيث ظل الجوع المزمن يهدد حياة سدس سكان العالم في عام 2009. وحسب توقعات الفاو سيحتاج سكان العالم بحلول عام 2050 إلى زيادة مخرجات الزراعة العالمية بنسبة 70%، مقارنةً بما كان عليه الحال بين عامي 2005 و2007 (الفاو، 2012). ستعتمد زيادة المحاصيل المتوقعة أن تحدث مستقبلاً باستخدام التحسين الوراثي على تعويض المغذيات المفقودة من التربة باستخدام جميع المدخلات المتاحة، العضوية منها والمعدنية وبأعلى درجات الكفاءة الممكنة.

الأمن التغذوي. بالإضافة إلى تأثيرها على إنتاج الغلال، تؤثر تغذية النبات على عناصر أخرى هامة في احتياجات الإنسان التغذوية، بما فيها كميات ونوعيات الكربوهيدريتات والبروتينات والدهون والفيتامينات والمعادن. يتم تحسين كثير من عناصر الطعام الصحي بإضافة المغذيات المعدنية، وبما أن معظم المزارعين يستخدمون السماد لجني غلال وفيرة، يتم بسهولة إغفال تلك الفوائد.

يمكن زيادة العناصر الهامة لتغذية الإنسان بإضافتها إلى المحاصيل الغذائية. هناك فرصة لتحسين الغلال وزيادة الجودة الغذائية في المحاصيل الغذائية مثل البقوليات التي لم تواكب غلالها ومستويات إنتاجها معدلات الزيادة السكانية. ولضمان محافظة هذه المحاصيل على التنافسية الاقتصادية مع الحبوب يجب اتباع سياسات تحفز المزارعين على إنتاج العناصر التغذوية ذات الأهمية الأكبر لصحة الإنسان.

ظل سوء التغذية الناتج من نقص العناصر الغذائية الصغرى في ازدياد، ويعزى ذلك جزئياً إلى الإنتاج المتزايد للحبوب الغذائية الرئيسية. وبذلك لم تستفد كثيراً المحاصيل الأخرى الغنية بالعناصر الغذائية الصغرى، خصوصاً البقوليات، من الثورة الخضراء حيث أصبحت نسبياً أغلى من ذي قبل وتشكل الآن النسبة الأقل في غذاء فقراء العالم المصابين بسوء التغذية.

يمكن أن يمثل الإغناء أو التعزيز البيولوجي للمحاصيل استراتيجيةً فعالةً لنقل أعداد كبيرة من البشر من خانة نقص الحديد وفيتامين A والزنك إلى فئة المستويات المثالية منها. يعتمد الاختيار بين تعديل المحاصيل وراثياً و/ أو النهج الزراعي المتقدم للإغناء أو التعزيز البيولوجي للمحاصيل على العناصر الغذائية الصغرى. ويمكن الدمج بين النهجين ليكمل كلاهما الآخر.

تعد النهج الوراثية في المحاصيل الغذائية الرئيسية أكثر فاعليةً بوفرة الحديد وفيتامين A، بينما يمكن أن تساعد النهج الزراعية المتقدمة بما فيها الأسمدة في تعزيز مستويات الزنك واليود والسيلينيوم في الأغذية. وبينما لا يحد نقص اليود والسيلينيوم من نمو النباتات، فإن تعويض نقص الزنك يمكن أن يفيد الغلال ومستهلكيها على حد سواء. يعزز تسميد الحبوب بالزنك والسيلينيوم تركيز هذه العناصر الصغرى ويزيد تواجدها البيولوجي. إنَ التوقيت الجيد لاستخدام المغذيات الورقية الغنية بالعناصر الغذائية الصغرى يبدو أنه تطبيق هام لأحد النهج الزراعية المتقدمة المستخدمة لإكساب الحبوب مزيد من العناصر الغذاية الصغرى مثل الزنك. وحسب النتائج المتحصل عليها من التجارب الحقلية فإنّ رش السماد الورقي المحتوي على الزنك في وقت متأخر من فصل النمو يؤدي إلى زيادة أكبر في تركيز الزنك في الحبوب مقارنةً بالتجارب السابقة، خاصةً في السويداء وهي الجزء الشائع أكله من حبوب القمح. تعاني أجزاء كبيرة من التربة على مستوى العالم من نقص الزنك (الجدول 1)، وهناك نسبة كبيرة أيضاً من الأشخاص معرضين لنقص الزنك، مع تفاوت النسب باختلاف الأقاليم (الجدول 2).

الجدول 1: نسبة الأراضي الزراعية التي تعاني من نقص معادن التربة (حسب مسح عالمي أجري على 190 تربة، سيلانبا، 1990)

العنصر	%
نيتروجين	85
فسفور	73
بوتاسيوم	55
بورون	31
نحاس	14
منجنيز	10
موليبدنوم	15
خارصين (زنك)	49

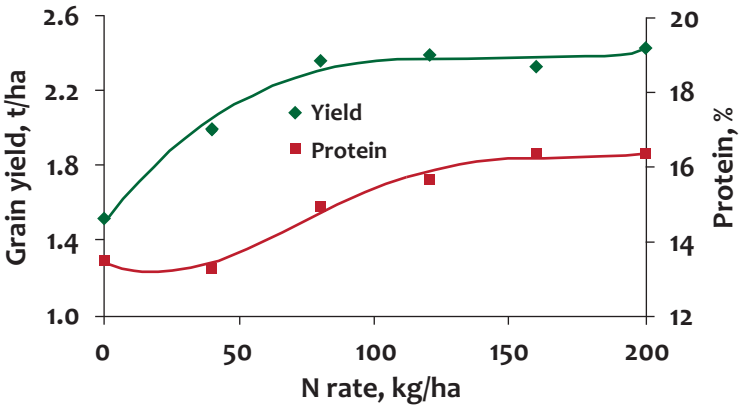
الجدول 2: التقديرات العالمية والإقليمية لنسبة السكان المعرضين لنقص الزنك (هوتز وبراون، 2004)

الإقليم	السكان المعرضين %
شمال أفريقيا وشرق البحر المتوسط	9
أفريقيا جنوب الصحراء	28
أمريكا اللاتينية والبحر الكاريبي	25
الولايات المتحدة وكندا	10
أوربا الشرقية	16
أوربا الغربية	11
جنوب شرق آسيا	33
جنوب آسيا	27
الصين (+ هونج كونج)	14
غرب المحيط الهادي	22
بقية دول العالم	21

الأغذية الوظيفية

يعتبر الكالسيوم والماغنسيوم والبوتاسيوم عناصر معدنية دقيقة ضرورية للإنسان، والوظائف الأساسية لهذه العناصر المعدنية في جسم الإنسان مماثلة لتلك الموجودة في النبات مع استثناء الدور الرئيس للكالسيوم في بناء العظام والأسنان.

وتتأثر نسبة احتواء النباتات على هذه العناصر بمدى توفرها في التربة. لذلك، بالإضافة إلى ضمان الوفرة في الإنتاج المحاصيل يمكن أن تساهم عمليات التسميد في تعويض النسب المطلوبة من هذه العناصر في غذاء الإنسان. يحدث نقص الكالسيوم في البلدان التي يعتمد الغذاء فيها بكثافة على الحبوب المنقاة أو الأرز (مثل بنغلاديش ونيجيريا). ليس سهلاً تحديد الكمية الكافية من الماغنيسيوم ولكن تشير الدراسات إلى أن عدداً كبيراً من الأشخاص البالغين حتى في الولايات المتحدة لا يتناولون الكميات الكافية.



الرسم البياني 2، تجاوب محصول القمح وبروتينه مع إضافة السماد النيتروجيني

وبالمثل، لم يتم التوصل إلى الكمية الواجب تناولها يومياً من البوتاسيوم، ولكن 10% فقط من الرجال وأقل من 1% من النساء في الولايات المتحدة يتناولون قدراً كافياً أو أكثر قليلاً من المعدل المثالي وهو 4.7 غرام في اليوم.

الكاربوهيدريات والبروتينات والدهون تعزّز إضافة النيتروجين إلى الحبوب نسبة البروتين الذي تنتجه فضلاً عن زيادة المحصول. فبينما للنيتروجين الأثر الأكبر على محصول الأرز، يمكنه أن يزيد قليلاً نسبة البروتين وجودته النوعية لأن الجلوتلين الذي ينتجه يتميز بتركيز عال من الحمض الأميني (الليزين) أكثر مما توفره البروتينات الأخرى التي يحتوي عليها. وأما في الذرة الشامي والقمح فيمكن أن يزيد البروتين إذا كانت معدلات النيتروجين أعلى من المستوى الضروري لإنتاج وفير من المحصول، ويصبح التحسن في القيمة الغذائية محدوداً بسبب انخفاض تركيز الحمض الأميني الأساسي. ويمثل بروتين الذرة عالي الجودة الذي ينتجه النبات أثناء الزراعة استثناءً من ذلك لأن تركيز حمض الليزين فيه يظل عالياً عند إضافة مزيد من النيتروجين. وفي البطاطس يزيد النيتروجين من نسبة النشاء وتركيز البروتين بينما يقوم الفسفور والبوتاسيوم والكبريت بتعزيز قيمة البروتين البيولوجية. ومع التسميد تتغير قليلاً تركيبة الدهون في الحبوب بالرغم من أن إنتاج الدهون يزيد بمجرد تعويض نقص المغذيات التي تحد من زيادة المحصول.

أساليب الإدارة التي تحدد بدقة المصدر الأفضل للنيتروجين ومعدل ومواعيد استخدامه تحسن دور السماد في إنتاج البروتينات والدهون والكاربوهيدريات الصحية. قد تتطلب التحسينات الوراثية لكفاءة استخدام النيتروجين انتباهاً حذراً إلى تأثيره على كمية البروتين وجودته في المحاصيل. وبالرغم من ذلك فإنَ عمليات إدارة المغذيات مثل الإضافة المتأخرة للمغذيات الورقية أو تقنيات التحكم في إضافة الأسمدة (التحكم الاستخدامي) يمكن أن تعزز وفرة النيتروجين لإنتاج البروتين مع الإبقاء على المفقود من النيتروجين الفائض في أدنى المستويات.

الصحة الوظيفية لجودة الفواكه والخضروات

أثبتت الأدلة العلمية من مصادر عديدة أن إدارة الأسمدة بطريقة سليمة يمكن أن تزيد الإنتاجية وترفع القيمة التسويقية للفواكه والخضروات وتزيد خصائصها الداعمة للصحة. يميل تركيز السلائف (المواد الأولية لفيتامين A) إلى الازدياد مع استخدام التسميد بالنيتروجين بينما ينخفض تركيز فيتامين سي C. وفي الشمام عملت المغذيات الورقية (البوتاسيوم والكبريت) على زيادة الطعم والتماسك ونسبة فيتامين سي C والبيتاكاروتين وحمض الفوليك في الثمار. وفي الليمون الهندي (القريب فروت) ساعدت إضافة البوتاسيوم على زيادة تركيز البيتاكاروتين وفيتامين C .

بالإضافة إلى تأثيرها على الفيتامينات تؤثر الأسمدة على مستويات المركبات الداعمة للصحة في الغلال. فعند تسميد فول الصويا بالبوتاسيوم في أراضي أونتاريو بكندا، حيث تفتقر التربة إلى هذا العنصر، تزيد نسبة تركيز مادة ايسوفلافون في فول الصويا بحوالي 13%. أيضاً، أشارت الدراسات إلى مساهمة البوتاسيوم في زيادة تركيز مادة الليكوبين في القريب فروت والطاطم.

يعد البروكلي وفول الصويا من النباتات التي تمد جسم الإنسان بالكالسيوم والماغنيسيوم. عند زراعة مثل هذين المحصولين في تربة حمضية محدودة الخصوبة فإنّ إضافة الجير أو الكالسيوم يمكن أن تعزز مستويات هذين المعدنين الهامين.

التسميد بالنيتروجين يزيد عموماً من تركيز الأصباغ القوية المضادة للأكسدة مثل اللوتين والبيتاكاروتين. ويمكن أن يساعد هذان العنصران بالتضامن مع فيتامين A و C و E على خفض خطر تحلل البقعة الصفراء من الشبكية المرتبط بالعمر، وهو أحد الأسباب الرئيسية المؤدية إلى العمى.

تقليل المخاطر

أمراض النباتات:

يشكل نقص النحاس في محاصيل الحبوب، المعروف بمرض الأرغوت أو (الدبوسية)، تهديداً لسلامة الغذاء، ويمكن مكافحته باستخدام سماد النحاس. بقيامها بشل الحركة وتنافسها من أجل المغذيات المعدنية تقلل مسببات الأمراض المحتويات المعدنية والجودة الغذائية وتهدد سلامة الأغذية المنتجة من النباتات. وبينما توجد مكافحة غذائية لكثير من أمراض النباتات المحددة الأخرى، ما زالت هناك فجوة معرفية بشأن التغذية المثلى لمكافحة أمراض النبات الأكثر ارتباطاً بسلامة الغذاء.

تؤثر إدارة المغذيات على الأمراض وطرق مكافحتها. تضم الاستراتيجيات المتبعة للحد من أمراض النباتات من خلال تغذية النبات ما يلي:

- تطوير الأصناف الأكثر فاعليةً في امتصاص المنجنيز.
- توفير التغذية المتوازنة المحتوية على النسب المثلى من جميع المغذيات.
- الاعتناء بأنماط المحاصيل والمصادر المناسبة للأسمدة (مثلاً النترات مقابل الأمونيوم والكلوريد مقابل الكبريتات).
- التوقيت المناسب، أي إضافة النيتروجين في الظروف المؤاتية لامتصاص النبات له ودرجة تأثيره في النمو.
- التكامل مع الحرث والدورة المحصولية وميكروبات التربة.

إضافة كبريتات النحاس البلورية $CuSO_4$ هي أفضل طريقة لمعالجة التربة القابلة للإصابة بمرض الأرغوت.

النظم الزراعية.

يتبع ممارسو الزراعة العضوية أساليب معينةً لتغذية النباتات تختلف عن الأساليب التي يتبعها المنتجون الآخرون. هل تؤثر هذه الاختلافات على صحة وسلامة الغذاء الذي ينتجه هؤلاء المزارعون؟ نظراً لمحدودية موارد المواد الغذائية لا تستطيع الزراعة العضوية توفير الكميات الكافية من الغذاء لإطعام الأعداد المتنامية من سكان العالم. أيضاً، ولأن أنظمة الإنتاج العضوي تعتمد بدرجة كبيرة على الحيوانات المجترة والمحاصيل العلفية لإعادة تدوير المغذيات فإن نسب أنواع الأغذية المنتجة لا تتناسب مع متطلبات النظم الغذائية الصحية. يمكن أن يؤدي النظام الغذائي غير المتوازن إلى مشاكل صحية نتيجةً لنقص المغذيات الضرورية أو نسبةً للإفراط من مكونات غذائية أخرى.

تعكس تركيبة الأغذية المنتجة تغيرات طفيفةً تعزى إلى التجاوب الفسيولوجي للنبات مع الاختلافات في تزوده بالنيتروجين. في الزراعة العضوية يزداد فيتامين C ولكن ينخفض فيتامين A و B والبروتين والنترات. النسب العالية من النترات في الأغذية المنتجة بالطرق التقليدية لا تشكل تهديداً لصحة الإنسان، بل قد تكون مفيدةً لها. بالرغم من اهتمام مؤيدي الزراعة العضوية اهتماماً كبيراً بجودة الغذاء يظل التركيز على توفير الغذاء وتركيبته الغذائية أكثر أهميةً لصحة الإنسان.

معالجة النظائر المشعة

عندما تتلوث التربة بالنظائر المشعة، مثلاً بعد حادثتي المفاعلين النوويين في شيرنوبل أو فوكوشيما، يصبح الحد من امتصاص النباتات لهذه العناصر هدفاً هاماً من أجل حماية صحة الإنسان. أكدت نتائج الدراسات التي أجريت على التربة في إقليم جوميل في بيلاروسيا انخفاض مستويات السيزيوم المشع 137Cs والراديوسترونتيوم 90Sr في المحاصيل نظراً للزيادة في بوتاسيوم التربة القابل للتبادل عند إضافته في شكل سماد معدني أو سماد عضوي (تبن). انخفضت نسب النظائر المشعة مع إضافة حجر الدولوميت الجيري والنيتروجين والفسفور إلى التربة الزراعية. تعد مشاركة السكان الريفيين في عمليات إعادة التأهيل الذاتي والتنمية الذاتية إحدى الطرق لتحسين نوعية حياة الناس في الأراضي الملوثة بالإشعاعات.

ملخص

يؤكد ما تقدم من نقاش الدور الكبير الذي تلعبه الأسمدة في تحسين مواصفات المحاصيل المتعلقة بصحة الإنسان.

نظراً لأهمية دور الأسمدة في تعزيز الأمن الغذائي والتغذوي، يصبح مهماً جداً الاستثمار في البحوث التي تهدف إلى تحقيق الاستفادة المثلى من فوائد استخدام الأسمدة. ويحتاج البحث إلى دعم تطبيق نهج الإشراف على المغذيات "الراءات الأربعة 4R"، والذي يعني استخدام السماد المناسب بالمعدل الصحيح في الزمان والمكان المناسبين. درجت صناعة الأسمدة على تعريف مفهوم "الصحيح" بأنه الأكثر ملائمةً لضمان استخدام المصدر الصحيح بالمعدل المناسب، في الوقت المناسب، وفي المكان المناسب لمعالجة الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للاستدامة، وكلها عناصر هامة لاستدامة صحة الإنسان. وباقترانه بالتغييرات الاستراتيجية المناسبة في الأنظمة الزراعية من أجل توازن أفضل في إنتاج الأغذية لتلبية احتياجات الإنسان الغذائية الفعلية فإنَ التركيز على نهج الإشراف على المغذيات (الراءات الأربعة) في البحوث الزراعية سيعزز المكاسب ويقلل المخاطر المحتملة المصاحبة لاستخدام الأسمدة.

استخدام المصدر الصحيح لمغذيات النبات بالمعدل المناسب وفي الزمان والمكان المناسبين يؤدي إلى تحسين نوعية المحصول.

المراجع

Erisman, J.W., M.A. Sutton, J. Galloway, Z. Klimont, and W. Winiwarter. 2008. How a century of ammonia synthesis changed the world. Nature Geoscience 1:636-639. FAO. 2012. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx and http://www.fao.org/ worldfoodsituation/wfs-home/csdb/en/.

FAO. 2009. The State of Food Insecurity in the World 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/docrep/012/i0876e/ i0876e00.HTM

Hotz, C. and K.H. Brown. 2004. International Zinc Nutrition Consultative Group (IZiNCG), technical document no. 1: Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food Nutr Bull 25(1): S94-204.

IFA. 2012. International Fertilizer Industry Association statistics. [Online]. http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/STATISTICS.

Sillanpaa, M. 1990. Micronutrient assessment at the country level: A global study. FAO Soils Bulletin 63. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.

More Information

Fertilizing Crops to Improve Human Health: A Scientific Review.
Bruulsema, T.W., Heffer,P., Welch, M. R., Cakmak, I. and K. Moran. IPNI, IFA, October 2012. 290 pp.
Available in book or pdf format

Fertilizing Crops to Improve Human Health.
Infographics, May 2013.

IPNI website. http://info.ipni.net/FCIHH

IFA website. http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/SUSTAINABILITY/Nutrition

June 2013

IPNI
International Plant Nutrition Institute

3500 Parkway Lane, Suite 550
Norcross, GA 30092 USA
Tel: +1 770 447 0335
Fax: +1 770 448 0439
circulation@ipni.net
www.ipni.net

International Fertilizer Industry Association

28, rue Marbeuf
75008 Paris, France
Tel: +33 1 53 93 05 00
Fax: +33 1 53 93 05 45/ 47
publications@fertilizer.org
www.fertilizer.org