ملحق بملخص الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية

رقم ٣٩ ـ ٢٠٠٨

الذرة المقاومة للجفـاف: ظهور الحقيقة

د. جريج ادميادس

مقدمة لمقال مقاومة الذرة للجفاف

يسر الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية ISAAA ان تقدم هذا المقال عن حالة الذرة المنتجة بالطرق التقليدية والتكنولوجيا الحيوية لمقاومة الجفاف والتى اعدها دكتور جريج ادميادس.

تذكرنا المقولة الشهيرة "الماء هو صلب الحياة" بالاهمية البالغة للماء. تستخدم الزراعة الآن اكثر من ٧٠ ٪ (٨٦ ٪ فى دول العالم النامى) من المياه العذبة فى العالم. تقل المياه الصالحة للشرب بشكل سريع فى الصين وسيستمر تقلص مصادر المياة العذبة فى العالم، خاصة مع نمو التعداد السكانى العالمى من ٦.٧ بليون نسمة الى ٩ بليون نسمة بحلول عام ٢٠٥٠.

يشرب الانسان حوالى لتر او لتران من الماء يوميا، فى حين يحتاج انتاج الطعام و اللحوم التى نتناولها يوميا الى ٢,٠٠٠ الى ٣,٠٠٠ لتر من الماء. نحتاج الى كل من التربية التقليدية والتكنولوجيا الحيوية لانتاج محاصيل تستخدم الماء بطريقة اكثر كفائة واكثر تحملا للجفاف. بالنظر الى نقص المياه والدور الجوهرى الذى تلعبة فى انتاج المحاصيل فاننا يجب ان نتبع سياسة تحمل المحاصيل للجفاف واستخدام المياه بكفائة كبيرة ونضعها فى قمة اولويات انتاج محاصيل جديدة. سوف يتفاقم هذا الموقف بزيادة ارتفاع درجة الحرارة العالمية، ومع زيادة التوقع باتجاه المناخ العالمى الى الجفاف وارتفاع درجات الحرارة وزيادة المنافسة على المياه بين الناس والمحاصيل.

ننظر الى المحاصيل المقاومة للجفاف والمنتجة بالتكنولوجيا الحيوية كواحدة من اهم الصفات التى سيتم تداولها فى العقد الثانى من التداول التجارى للمحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية ٢٠٠٦ الى ٢٠١٥ وفيما بعد ذلك حيث يعتبر الجفاف واحد من اهم معوقات زيادة الانتاجية للمحاصيل فى العالم. تعد الذرة المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية\ المحورة وراثيا من اكثر الاصناف تطورا لتحمل الجفاف، ومن المتوقع ان يعلن عنها للتداول التجارى فى الولايات المتحدة الامريكية فى عام ٢٠١٢ او قبل ذلك. تأمل شراكات القطاع العام و الخاص فى ظهور الذرة المقاومة للجفاف فى دول شبة الصحراء الافريقية بحلول عام ٢٠١٧ حيث تتزايد الحاجة لصفة مقاومة الجفاف.

نظرا للاهمية الكبيرة لمقاومة الجفاف فقد دعت الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية ISAAA دكتور جريج ادمياديس، الرئيس السابق لبرنامج الذرة المقاوم للجفاف بالمركز الدولى لتحسين الذرة و القمح CIMMYT للمشاركة فى عمل مراجعة لحالة الذرة المقاومة للجفاف والناتجة بالطرق التقليدية و المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية. فى القطاع العام و الخاص ومناقشة الافاق المستقبيلة على المدى القصير والمتوسط و البعيد.

ويشارك دكتور ادميادس بورقة **"الذرة المقاومة للجفاف: ظهور الحقيقة"** مدعمة بمراجع فى التقرير ٣٩كجزء خاص يلقى الضوء على الاهمية العالمية الكبيرة لصفة مقاومة الجفاف، وهى الصفة التى لايستطيع اى محصول او مزارع الاستغناء عنها. ان استخدام المياه بنفس الطريقة عندما نصل الى ٩ بليون نسمة فى عام ٢٠٥٠ لايمكن ان يستمر. ولاعطاء الفرصة لمشاركة دكتور ادميادس فقد جعلنا هذه المشاركة ملحقا بالملخص الاساسى للتقرير ٣٩ بتركيز اكثر على الاصناف المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية عن تلك المنتجة بالطرق التقليدية وتركيز على نشاط القطاع الخاص عن القطاع العام وتركيز على شبة الصحراء الافريقية نظرا للاحتياجات الانسانية للمنطقة لزيادة انتاج الذرة والذى يعد الغذاء الرئيسى لاكثر من ٣٠٠ مليون نسمة ويعانى الغالبية العظمى منهم من الجوع و سوء التغذية.

الذرة المقاومة للجفاف: ظهور الحقيقة

ج. ادميادس

١. الجفاف و الذرة: نظرة على المشكلة

يأتى الذرة كثالث اهم محصول حبوب فى العالم بعد القمح و الارز. يبلغ محصول الذرة فى دول العالم النامى حوالى ٨,٢ طن للهكتار مقابل ٣,٥ طن للهكتار للدول الاستوائية الاقل نموا. فى كلا الحالتين يعد الجفاف من اهم المعوقات البيئية غير الحيوية ويؤثر على عدم ثبات انتاج الذرة ويعد واحد من الاسباب التى ينتج عنها اختلاف متوسط الانتاج فى الدول المعتدلة والاستوائية. يلعب نقص الماء فى كلا الحالتين دورا غير متوقعا خلال الموسم.

يسبب اختلاف الحقول و قوام التربة الى اختلاف وفرة الماء للنباتات واختلاف المحصول الى ١٠اضعاف فى الاعوام الجافة. نظرا لزراعة صنف نباتى واحد فى الحقل وهو مايتطلب مستوى عالى من المقاومة للجفاف فى الهجن والاصناف التى تروى بالامطار.

يعتمد اكثر من ١٦٠ مليون هكتار من الذرة على مياة الامطار، وتقدر خسائر محصول الذرة على مستوى العالم الناتجة من الجفاف بحوالى ١٥ ٪ فى المتوسط. ويؤثر نقص المياه فى حزام الذرة بالولايات المتحدة الامريكية الى نقص فى المحصول بحوالى ٢٠ ٪ سنويا. وتزيد الخسائر فى الدول الاستوائية والتى تعتمد على موسم امطار غير متوقع لنمو المحاصيل وانخفاض فى المساحات المعتدلة التى تعتمد اساسا على الرى وامطار موزعة بشكل غير متناسق على مدار الموسم.

وتعتمد الزراعة فى الاماكن الجافة مثل جنوب وشرق او غرب افريقيا على اجمالى الامطار فى الموسم. يعد الذرة الغذاء الاساسى لاكثر من ٣٠٠ مليون نسمة فى منطقة شبة الصحاراء الافريقية ويعانى من الجفاف عدد من الدول التى تتماثل جغرافيا مع هذه المنطقة فى الموسم، مما يسبب نقص فى الغذاء لهذه المنطقة والتى من الصعب التغلب عليها بالتجارة بين الدول فقط. يتذبب انتاج الذرة فى الجنوب الافريقى من ١٢,٥ مليون طن فى عام ١٩٩٢ (من اعوام الجفاف) الى ٢٣,٥ مليون طن فى عام ١٩٩٣. وقد انفق برنامج الغذاء العالمى ١,٥ بليون دولار امريكى فى عام ٢٠٠٣ - ٢٠٠٥ للتغلب على مشكلة نقص الغذاء نظرا للجفاف وفشل الزراعة فى شبة الصحراء الافريقية بمفردها. يمكن للذرة المقاومة للجفاف ان تلعب دورا هاما فى تحقيق الاهداف الانمائية للالفية "بخفض الجوع الى النصف بحلول عام ٢٠١٥ فى الدول التى تعانى الفقر و الجوع الشديدين".

لماذا لايكون من السهل ان نروى المحصول؟ من المهم ان تضاف مساحات من زراعات الذرة التى تعتمد على الرى ومن المتوقع ان تزيد هذه المساحات بمعدلات تساوى او اقل من النمو السكانى العالمى. من المتوقع ان تزيد المساحات التى تعتمد على الرى فى قارة اسيا وسيتم زراعتها بالمحاصيل عالية القيمة. تضاعفت تكلفة ضخ المياة فى العديد من الدول. من ثم، تعتمد الزيادة فى مساحات الذرة على المناطق المتاخمة فى كل من المناطق المعتدلة والاستوائية، ولكن بشكل اوسع فى شبة الصحراء الافريقية. هناك ضغطا متواصلا لزيادة محصول الذرة نظرا لارتفاع اسعارة وكذلك ارتفاع اسعار الاسمدة الزراعية علاوة على المخاوف الناجمة من زيادة الجفاف.

من المتوقع تغيرات فى الامطار (الجفاف) وهو ما يمكن ان يدفع الى زيادة الاحساس بتأثير تغير المناخ. من المتوقع ان يؤدى ارتفاع درجة الحرارة وتغير الامطار الى خسائر اضافية فى

انتاج الذرة بحوالى ١٠ ملايين طن فى العام وهو ما يساوى ٥ بلاين دولار امريكى بسعر اليوم. يمكن ان نرى هذه التغيرات فى الامطار فى اجزاء من امريكا الوسطى والتى يتوقع ان تنخفض الامطار بحوالى ٥٠ ٪ فى القرن القادم. تلعب المحاصيل المقاومة للحرارة والجفاف دورا متزايدا هاما فى الاقلمة مع هذه التغيرات مع الاخذ فى الاعتبار انه من الممكن ان يكون اتجاه عالميا للتغلب على البيئة الاكثر حرارة وجفاف. تم تقدير الخسائر نتيجة الجفاف الى ٢٥ ٪ يمكن ان نتجنبها باستخدام التحسين الوراثى لمقاومة الجفاف ويمكن توفير ٢٥ ٪ من المياة باستخدام العمليات الزراعية وتظل ٥٠ ٪ اخرى يمكن ان تغطى بالرى.

٢. منتجات التكنولوجيا الحيوية التى يقوم القطاع الخاص بتطويرها

فى حصر للابحاث المنشورة ومن خلال المواقع الاليكترونية لشركات القطاع الخاص اعطتنا فكرة ولكنها غير كاملة عن مدى مشاركة القطاع الخاص فى الاستثمار فى ابحاث التحول الوراثى بغرض مقاومة الجفاف. وسنتعرض هنا الى افكار عامة عن النشاط فى بعض الشركات الرائدة استنادا الى ما اعلنته هذه الشركات. تعد مقاومة الجفاف من الصفات المعقدة ويجب ان نضع استراتيجية للتحول الوراثى تعتمد على عناصر تؤثر على عدد من الجينات او وضع عدد من الجينات فى ناقل وراثى واحد.

تعد شركة مونسانتو رائدة العمل فى ابحاث التحول الوراثى لانتاج ذرة مقاوم للجفاف، ومن المتوقع ان تصل الى الانتاج التجارى بحلول عام ٢٠١٢ وهذه الصفة فى المرحلة الثالثة من الاختبارات. وتقترح الابحاث المنشورة ان هذا التحول تم تحديدة من نبات الارابيدوبسيس وتم التعبير عنه فى الذرة للحصول على تعبير جينى يحسن المحصول بحوالى ٨- ٢٢ ٪ (١٥ ٪ فى المتوسط) تحت ظروف الجفاف والتى تخفض المحصول بحوالى ٥٠ ٪. هناك اراء تقلل من هذا التحسين على انه زيادة قليلة فى المحصول. يعتمد مستوى التحسين على التركيب الوراثى للهجين المستخدم، ومن الممكن ان تتغير مع البيئة. من المتطلبات الهامة للمحصول المحول وراثيا فى امريكا الشمالية عدم حدوث اى خسائر فى المحصول اذا لم يكن هناك جفافا ولذلك فان عدد من الاصناف التى تم اختبارها تعطى زيادة فى المحصول. فى بحث حديث قام نيلسون واخرون (٢٠٠٧) بوصف الطرق التى تتبعها مونسانتو لاكتشاف الجينات ولا يعتقد بان الجين (١ At NF-YB) هو المستخدم فى الاصناف التى ستتاح تجاريا. تؤثر الجينات التى سوف تستخدم على قوة المصدر (البناء الضوئى على سبيل المثال) وليس على اعضاء النبات (مثل وضع الحبوب والتزهير). ويتم الآن اتمام الاجراءات التى تتيح التصديق فى امريكا الشمالية، اليابان والاتحاد الاوروبى وتم التصديق على اجراء هذه التجارب فى جنوب افريقيا. ويتم اختبار اصناف اخرى مقاومة للجفاف فى مونسانتو متضمنة بروتينات تتبع عائلة مقاومة البرودة، CaspA و CaspB. من الواضح ان الجيل الثانى من المحاصيل المقاومة للجفاف تم وضعة على قائمة اهتمام مونسانتو وسوف يحتوى على جينات من هذه النوعية. عقدت شركة مونسانتو عقدا مؤخرا مع BASF لتطوير جيرمبلازم مقاوم للجفاف ومن الواضح ان BASF تمنح الجيرمبلازم المقاوم للجفاف الخاص بها لنظام التقاوى فى مونسانتو.

تقوم شركة بيونير هايبرد ببرنامج بحثى للتحول الوراثى لانتاج نباتات مقاومة للجفاف. اعلنت بيونير فى عام ٢٠٠٣ انها عرفت نبات محول وراثيا يزيد فيه ترتيب الحبوب تحت ظروف ضغط الجفاف اثناء التزهير، ولكنهم اوقفوا هذه الابحاث. تختبر بيونير الآن اصنافا من المحتمل ان يتم اطلاقها فى عام ٢٠١٣. ولايعرف طريقة فعل هذه الجينات. وتمتلك بيونير تجارب جيدة تحت ضغوطات فى شيلى وكاليفورنيا ولكن هناك اختلاف عن اماكن اخرى مثل شبة الصحراء الافريقية.

ويمكنها ان توزع تقاوى محسنة بالمنطقة. وصفت الشركة ثلاثة مراحل لعملية الاطلاق لجيرمبلازم مقاوم للجفاف. المرحلة الاولى تشمل حصرا دقيقا لعديد من الهجن المميزة تظهر مقاومة للجفاف (مثل D11 ٣٣). فى منتجات متوفرة الآن. تعتمد نتائج المرحلة الثانية على الجينات الاصلية يتم انتقائها بواسطة "الانتقاء بمساعدة الواسمات" ومنتجات تكون جاهزة فى غضون ٢-٣ اعوام، وتتضمن المرحلة الثالثة دمج التربية التقليدية مع واحدة او اكثر من المحولة وراثيا والخروج بمنتج بعد ٥ سنوات. يستخدم هذا الاتجاه دمج الاختبار بالطرق التقليدية والمهندسة وراثيا بميكانيكية مقاومة الجفاف. يمكن استخدام طرق تربية حديثة بغرض تقليل وقت الانتقاء والاسراع فى البرنامج باستخدام تقنية الحصول على الحامض النووى من التقاوى دون ان يسبب تلفها باستخدام تقنيات الليزر الحديثة.

تمتلك سينجينتا مجهودات بحثية اقل فيما يتعلق بالمقاومة للجفاف. وقعت سينجينتا حديثا اتفاقية للابحاث مع شركة برفورمانس بلانتس للاستفادة من تكنولوجيا حماية المحصول. لم يعطى الموقع الاليكترونى تفاصيل عن توقيت الاعلان على الاصناف المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية المقاومة للجفاف. وان كان من المتوقع ان يصبح هذا متاحا بعد ٢٠١٤. وتقل تجاربهم الحقلية بشكل كبير عن تجارب مونسانتو و بيونير كما تمتلك سينجينتا سوق ضعيف للتقاوى فى منطقة شبة الصحراء الافريقية. وهناك مصادر اخرى للجينات مثل تلك التى تمتلكها باسف BASF ويوجد بينها وبين مونسانتو اتفاقيات بحثية.

اشترت باسف شركة بلجيكية هى كروب ديزاين عام ٢٠٠٥ وهو ما أعطاها الفرصة للوصول الى جينات مقاومة الجفاف فى الارز. واتحدت داو بسينجينتا وهو ماقد يوفر مصدرا لاصناف متعددة لجينات المحصول مثل جلوكوز بيروفوسفات من اجل ان تختبرة سينجينتا.

وتمتلك داو اتفاقية اخرى مع مونسانتو لتكنولوجيا التحول الوراثى للعديد من الجينات (حوالى ٨ اصناف محولة وراثيا فى وقت واحد). وتبحث باير عن جينات تقلل من الاوكسيدانت المرتبطة بالجفاف والتى تسبب موت الانسجة (مثل PARP). من غير الواضح كيف سيصبح هذا المنتج متاحا تجاريا. بوجه عام تعتمد هذه الشركات الثلاثة عل ىشركات التقاوى للقيام بالتجارب الحقلية، والاجراءات الخدمية. وقعت افوجين ترخيص مع بيونير ومونسانتو.

حصلت شركة بلانتس بيرفورمانس وهى شركة كندية صغيرة على براءة اختراع لتكنولوجيا حماية المحصول والتى تعتمد على صورة معدلة من جينات فارنيسيل ترانسفيراز من نبات الارابيدوبسيس. تزيد هذه من الحساسية لحامض الابسيسك والتى تقوم بغلق الثغور التنفسية عندما يتعرض النبات للضغوطات. وقد اظهرت فعلا جيدا فى الكانولا ولكن تأثيرها مازال متوسطا فى الذرة عند تعرضة للجفاف. هناك اتفاقية علمية بين PPI وشركة سينجينتا و بيونير وتدعى انها اتمت تجارب حقلية لمدة عامين. هناك جينات اخرى من عائلة DREB/CBF. لكنها تبدوا اكثر فاعلية فى مرحلة البادرة. ويجب ان يتم تقيم فاعليتها فى حبوب الذرة و القمح فى الحقل خاصة وان التعبير المتزايد يسبب التقذم.

هناك العديد من الجينات التى يمكن استخدامها فى مقاومة الجفاف. بعضها تم اختبارة فى الذرة بواسطة شركة تقاوى دولية واظهرت كفائتها فى حقول تعرضت للجفاف حتى عند بلوغ النبات مرحلة متأخرة من النمو، او ان تعطى محصولا غير مقبول الى الآن تحت الظروف المثلى. يظل الحصول على نباتات محسنة وراثيا يمكن تداولها تجاريا وتعطى محصولا تحت تأثير الجفاف و فى وجود الماء املا بعيدا، شاقا ومكلفا، وان كانت هناك نجاحات سريعة نتيجة استخدام التحسين السريع مستعينين بالجينومكس و ظهور طرق تحليلية جديدة. يسير التقدم فى ايجاد طرق سريعة ورخيصة للتعرف على الشكل الخارجى للنبات بشكل ببطئ.

٣. ظهور المنتج: تحديات وفرص

تعد خطوة توزيع و اقلمة الجيرمبلازم الخاص بمقاومة الجفاف من اهم الخطوات تجاه التأثير على المزارعين وحقولهم وهما من اكبر العقبات التى تواجة استخدام هذه التكنولوجيا. يعد سعر التقاوى من اهم العوامل التى تعيق تبنى هذه التكنولوجيا فى دول العالم النامى. وانتاج محصول عالى وثابت فى ظروف الجفاف فى اى وقت من الموسم، و محصول منافس فى الظروف العادية. يعد سعر التقاوى و توفرها ذو اهمية خاصة للمزارعين محدودى الدخل، اننا نمتلك قدرات محدودة للتغلب على هذه المخاطرة، حتى وهم يعلمون بالارباح التى سوف يجنونها.

ان الجفاف نفسة هو الخطر الاساسى، ولكن اى تكنولوجيا تحتاج الى تكاليف اضافية فى بداية موسم الزراعة تعتبر مخاطرة للمزارع الصغير محدود الدخل. وتقل فى الاهمية الخسائر المحتملة فى المحصول عند الزراعة فى ظروف الرى فى اقتصاديات المزرعة النامية.

من المتوقع عند التعرض للجفاف ان يحصل المزارع على التقاوى من محصول العام السابق او من الاصناف خلطية التلقيح او من الجيران وجميعها تؤدى الى خفض تكاليف التقاوى للمزارع الصغير. شراء تقاوى الهجن فى بداية كل موسم زراعة يعد مثل للتكاليف الاضافية التى يخشاها المزراع الصغير ان يتخذها فى الاماكن المعرضة لخطر الجفاف، وبالرغم من ذلك من الممكن ان نوضح ان استخدام الهجن المقاومة للجفاف يقلل من مخاطر الجفاف.

تظل شركات التقاوى الخيار الاساسى لتوزيع الجيرمبلازم الخاص بمقاومة الجفاف موفرا ربحا كافيا من تسويق الهجن فى المناطق منخفضة الانتاجية او المعرضة للجفاف. يجب ان ان تتجه الهجن ذات التكلفة العالية الى المناطق التى يكون فيها متوسط الانتاج ٢-٤ طن للهكتار تاركة المناطق قليلة الانتاجية الى الاصناف مفتوحة التلقيح.

يصل متوسط انتاج الذرة فى منطقة شبة الصحراء الافريقية الى ١.٦ طن للهكتار مما يعطى فرصة للهجن ان تستخدم للحصول على انتاجية عالية فى المناطق المهددة بالجفاف. الى ان يصل متوسط المحصول الى الزيادة المطلوبة فاننا نحتاج الى نظم تقاوى متنوعة تعطينا جيرمبلازم مقاوم للجفاف، منها المنظمات غير الحكومية، الوكالات الحكومية، الجامعات و شركات التقاوى الخاصة.

يتميز استخدام هجن مقاومة للجفاف بمنافع عديدة. بوجه عام تتفوق التقاوى المتاحة تجاريا عن تلك التى يخزنها المزارع ومن ثم نتجنب مخاطر فشل الزراعة. بوجه عام تعتبر الهجن اكثر مقاومة للجفاف عن الاصناف خلطية التلقيح. اتاح انتاج و تسويق تقاوى الهجن الى اقامة صناعة تقاوى فى عدد من الدول النامية وهى خطوة هامة فى اقامة صناعة تقاوى مستقرة.

تعانى شركات تقاوى القطاع العام والخاص فى الدول الاقل نموا من نقص العمالة المدربة والجودة التى تساعدهم على المنافسة. ضعف السيولة، ضعف البنية التحتية لتوزيع و تسويق المنتجات اضافة الى سياسات غير مناسبة لانتاج التقاوى. وتسبب العوامل السابقة فى قصر شركات تقاوى الذرة فى العديد من دول شبة الصحراء الافريقية وعدم قدرتها على توفير تقاوى هجن مختبرة جيدا وبشكل ثابت للمزارع الصغير.

من المتوقع ان تضيف صفة المقاومة للجفاف والمنتجة بالتكنولوجيا الحيوية تحديا للتبنى فى دول العالم الاقل نموا. العائق الاساسى هو عدم امتلاك العديد من الدول النامية الى هيكل تشريعى قائم. يمكن عمل اختبارات حقلية وتسويق المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية فى الوقت الحاضر فى ثلاثة دول افريقية فقط نظرا لوجود لوائح منظمة تضمن الامان فى الاختبارات الحقلية للمحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية ونقصها فى العديد من الدول النامية.

تعى الهيئة الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية ISAAA نقص التكلفة والتوقيت والتشريعات المسؤلة واضعة فى الاعتبار المخاطرة الحقيقية الكامنة فى اعاقة استخدام المحاصيل المنتجة بالتكنولوجيا.

يعتمد النظام الحالى على مخاطر مقترحة لم تحدث من قبل وتقديرات مغال فيها و باهظة التكلفة وتفوق امكانيات القطاع الخاص و معاهد القطاع العام فى الدول الاقل نموا. من ثم فان الاساسيات الاحتياطية للتشريعات القائمة حاليا و الخاصة بالمحاصيل المعدلة وراثيا تضر بعائلات المزارعين محدودى الدخل وهم فى الاساس الاشخاص الذين طورت التكنولوجيا لمساعدتهم.

يكمن التحدى الثانى لتبنى هذه الاصناف عندما تتاح التقاوى المنتجة بالطرق التقليدية وتلك المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية. عندما يتميز الهجين بصفات محصولية فائقة فان التبنى يحدث بسرعة كبيرة وليس من الضرورى ان تكون مقاومة للجفاف. اذا ارتبطت صفات الهجين الفائقة بسنوات الجفاف فقط. فعلى شركات التقاوى ايجاد البديل. على الادارة ان تتعامل مع التربية والاختبارات والاقتناع بان انتاج التقاوى يتخطى امكانيات المزارعين بل ويتخطى امكانيات بعض الوكالات الحكومية فى الدول الاقل نموا.

يرى البعض ان استثمار القطاع الخاص فى مجال التكنولوجيا الحيوية يجب ان يقترن بسياسات تشجع تطوير نظام تجارى للتقاوى يسمح للمزارعين باستخدام هذه التكنولوجيا الجديدة. يجب ان يحدث هذا التطوير بشكل عاجل و سريع فى دول شبة الصحراء الافريقية من اجل الاستفادة من الذرة المقاومة للجفاف.

أ- القطاع العام

فى الفترة التى تحتاجها شركات التقاوى الخاصة لاكتساب الخبرات والثقة فى منطقة شبة الصحراء الافريقية نحتاج الى طرق ابداعية تضمن انتاج تقاوى هجن واصناف ذرة مقاومة للضغوطات وتصل الى الذين يحتاجونها. نجح المركز الدولى لتحسين الذرة والقمح فى ايجاد خطوة وسطية لبناء الثقة بين المزارعين والبرامج القومية وشركات التقاوى فى استخدام نظام تجارب فى جنوب وشرق افريقيا كوسيلة لبداية مشاركة المزارعين فى الاختبار، التبنى وانتاج التقاوى. شاركت المعاهد المزارعين فى ايجاد طرق اكثر فاعلية فى انتاج وتوزيع الاصناف المحسنة والمقاومة للضغوط فى النباتات خلطية التلقيح.

قام مركز ابحاث الذرة والقمح، IITA. وشركات التقاوى فى تقييم وزراعة التقاوى فى عدد من الدول وجذبت التقاوى المقاومة للجفاف اهتمام الجميع، ويعتقد ان الصنف ZM٥٢١ يشغل مليون هكتار فى جنوب وشرق افريقيا. نجاح جميع الاختبارات والتجارب لتوزيع التقاوى كان الحافز الاساسى لانتاج وتمويل مشروع الذرة المقاومة للجفاف فى افريقيا. ويمتلك المشروع رؤية متفائلة فى حدود ١٠ سنوات يتم فيها تطوير جرمبلازم ذرة ينتج طن زيادة للهكتار فى ظروف الجفاف، وزيادة متوسط انتاجية الذرة فى الحيازات الصغيرة بحوالى ٢٠- ٣٠ ٪ لحوالى ٣٠- ٤٠ مليون نسمة فى شبة الصحراء الافريقية، ومن المتوقع زيادة الدخل السنوى بحوالى ١٦٠ - ٢٠٠ مليون دولار امريكى فى المتوسط فى المناطق التى تتأثر بالجفاف.

نحتاج لتفيذ هذه الخطط الى تعاون مؤسسى، استشارات سياسية، متابعة التأثير، التدريب، اختبارات الاصناف، زراعة التقاوى، انتاج التقاوى على نطاق تجارى. يقوم المشروع

بتطوير صفة مقاومة الجفاف فى عدد كبير من الاصناف المستخدمة، وانتاج اصناف جديدة يتم اختبارها بالمزارع فى اكثر من ٤٠٠ موقع فى البيئات المستهدفة.

ويظل الهدف الاساسى هو مشاركة الدول الواعدة وقطاع التقاوى الخاص. شاركت حوالى ٨٠ شركة تقاوى تعمل فى شبة الصحراء الافريقية فى اختبار وتسويق الذرة المقاومة للجفاف فى افريقيا، وانتاج هجن واصناف مقاومة للجفاف، وخلق ثقة مع عملائهم.

ينتج المشروع اصناف محلية ويوفرها لكافة من يريد التقاوى - وهو ما يتيح وضع افضل للشركة وثقة اكبر مع العملاء. تمتلك جنوب افريقيا صناعة تقاوى متطورة وتقدم نصائح للشركات الجديدة فى المنطقة.

ب- القطاع الخاص

تمتلك شركات التقاوى متعددة الجنسيات (مونسانتو، بيونير، سينجينتا، وشركات اقل بانر، سيكو، باسيفيك سيد) اصناف ذات انتاجية عالية وتدخل بها فى سوق التقاوى بالدول الاقل نموا. تمتلك هذه الشركات مميزات عن شركات التقاوى المحلية باستطاعتها نقل جيرمبلازم من منطقة الى اخرى وتقليل تكاليف الانتاج. تخصص الشركات متعددة الجنسيات ميزانية ضخمة للابحاث للوصول الى منتجات يمكن تبادلها عن طريق اتفاقيات مع مصادر تكنولوجيا مكملة، مثل الحصول على الجينات المطلوبة.

نستطيع الاستفادة من مميزات الشركات متعددة الجنسيات من خلال تشريعات غير شاقة والتقليل من تكلفة الانتخاب بمساعدة الواسمات والتفاوض فى اتفاقيات الملكية الفكرية بشكل افضل. تهتم شركات التقاوى متعددة الجنسيات بالاسواق الكبيرة والمناطق التى تعطى فيها الهجن انتاجية عالية ومن ثم تتاح فرصا لشركات التقاوى المحلية لتغطية جزء من هذه الاسواق ويوفرون احتياجات السوق من الاصناف المتميزة ذات التلقيح الخلطى ومقاومة للضغوط.

ت- شراكات القطاع الخاص و العام

تعد شركات القطاع الخاص و العام والمنظمات البحثية عاملا استراتيجيا. تم التفاوض بين العديد من شركات القطاع الخاص والعام بواسطة الهيئه الدولية لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية ISAAA. من اهم وانجح الامثلة هو ارتباط مونسانتو كواحدة من اهم مصادر التكنولوجيا والمركز الدولى لتحسين الذرة والقمح كأفضل مصدر لجيرمبلازم الذرة، والبرامج القومية وشركات التقاوى كشركاء فى اختبار وانتاج هجن ذرة مقاومة للجفاف. يمول مشروع الاستخدام الامثل للمياة فى الذرة بافريقيا من وكالة بيل و ميلندا جيتس، ويتم الآن عامه الاول من التشغيل.

ستقوم وكالة التكنولوجيا الزراعية الافريقية AATF. وهى منظمة لاتهدف الى الربح، كجهة منفذة وستبذل جهدا للتأكد من وصول الاصناف المقاومة للجفاف والمحورة وراثيا من مونسانتو الى الدول المعنية. يستخدم هذا المشروع الذى يستغرق خمسة اعوام عدد من التكنولوجيا الحديثة الموجهه الى تحسين جيرمبلازم الذرة المقاومة للجفاف والمتأقلمة مع منطقة الجفاف فى شرق وجنوب افريقيا. تعتمد هذه المجهودات على الطرق التقليدية الفعالة لانتقاء الذرة المقاومة للجفاف بواسطة المركز الدولى لابحاث الذرة و القمح وتعاون محلى باستخدام الانتقاء بواسطة الواسمات للاسراع من العمل الوراثى. وتقود مونسانتو تصميم التحور الوراثى للوصول الى قفزة فى زيادة محصول الحبوب حوالى ١٥ ٪ تحت ظروف الجفاف.

تستخدم تكنولوجيا الانتقاء بواسطة الواسمات اعتمادا على اختيار الجينوم بالكامل، ويمكن ان نضاعف معدلات التعديل الوراثى لمقاومة الجفاف. وبشكل مبسط تضاف الاصناف المحورة وراثيا الى تللك التى طورها المركز الدولى لابحاث الذرة والارز بالطرق التقليدية. يخطط لاطلاق الذرة المحورة وراثيا فى شبة الصحراء الافريقية فى عام ٢٠١٧. وتقوم مونسانتو بمشاركة فعالة من خلال تكنولوجيا الاختيار بواسطة الواسمات ومنحها بدون مقابل لشركات التقاوى التى ترغب فى استخدام الصفات المحورة وراثيا.

وتعد دول الشرق والجنوب الافريقى المشاركة فى هذا المشروع هى جنوب افريقيا، كينيا، اوغندا، وتنزانيا. نتوقع ان نجنى ثمار تحسين الجيرمبلازم فى غضون خمسة اعوام من هجن الذرة المحورة وراثيا والمقاومة للجفاف بعد عام ٢٠١٧.

يقدم هذا المشروع فرصة مميزة وهامة لجذب التكنولوجيا الحديثة للتغلب على الجفاف من اجل الفقراء وسيساعد فى وضع التشريعات التى نحتاجها الى ادخال بعض الصفات المحورة وراثيا الى المنطقة التى تحتاجها.

٤. المستقبل:

أ. معدلات التقدم المتوقعة:

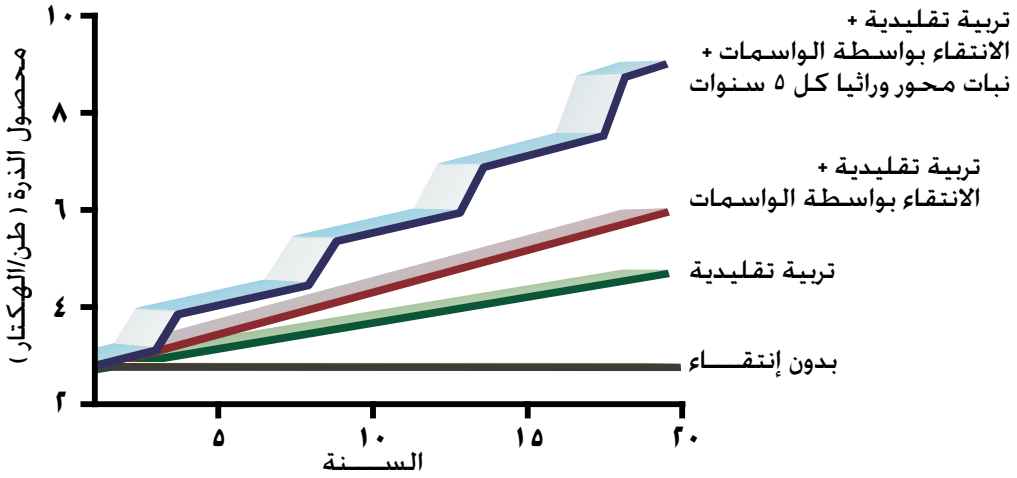
ساعدت استثمارات وكالة جيتس على تطوير وتوزيع الذرة المقاومة للجفاف فى منطقة شبة الصحراء الافريقية بشكل يساعد فى تحسين انتاج الذرة التى تشكل جزء هاما فى الغذاء بهذ المنطقة المعرضة للجفاف. تم بناء ذلك على قاعدة علمية قوية يقودها المركز الدولى للذرة و القمح خلال ٣٥ عاما. يعرف هذا النوع من الابحاث ببطئة ولكن يمكن للتكنولوجيا الحديثة ان تسرع من خطوات التحسين.

يمكن باستخدام تقنية الاختيار بواسطة الواسمات من مضاعفة معدل المعرفة الوراثية والاسراع فى التعرف على جينات تزيد من محصول الحبوب تحت ظروف الجفاف خلال الموسم الزراعى. من الواضح ان استخدام التربية التقليدية، الانتقاء بواسطة الواسمات و التعديل الوراثى سوف يضيفوا كثيرا من المنافع.

يمثل الاتجهان الاولين طرق التحسين الثابتة بالوقت اما التحسين الوراثى الذى قدمتة مونسانتو فيعطى ١٥ ٪ توفيرا فى الوقت او ٣-٥ اعوام عن التربية التقليدية والانتقاء بواسطة الواسمات. تمنح تكنولوجيا التحور الوراثى سرعة الحصول على منتج من تقنية الانتقاء بواسطة الواسمات.

اذا اقتنع مانحى التكنولوجيا مثل مونسانتو، بيونير، سينجينتا، او باسف باعطاء المحصول المحور وراثيا نفس الدفعة لزيادة المحصول كل خمسة سنوات، او اضافة صفات اخرى (مثل صفة المقاومة للجفاف المركبة). ثم معرفة التأثيرات التراكمية للتحور الوراثى، ويمكن للانتقاء بواسطة الواسمات والتربية التقليدية ان تحسن من محصول الحبوب (شكل ١).

هناك استثمارات ضخمة فى مجال المحصيل المنتجة بالتكنولوجيا الحيوية من شركات القطاع الخاص بالولايات المتحدة الامريكية واوروبا ويقابلة استثمارات القطاع العام فى الصين، الهند. البرازيل والولايات المتحدة الامريكية.



ب. ادارة البيئات الجافة

يحتاج الجفاف الى ادارة البيئات المعرضة للجفاف، والتى يمكن مقاومة الجفاف فيها وتطبيق ذلك في الوقت و بالقدرة المناسبة. تظهر قيمة ادارة البيئات الجافة فى كفاءة اختيار الذرة المقاومة للجفاف بنجاح على مدار 20 عاما. يمكن الاسراع فى العمل باجراء تجارب فى مواقع متعددة تختار بعشوائية لبيئات مختلفة، وتجرى هذه التجارب على نطاق واسع. لاتعد هذه الطريقة فعالة لتحسين المحصول فى دول العالم الاقل نموا فى ظروف ندرة المياة.

يجب زيادة الاستثمار فى مراكز الابحاث للحصول على اصناف مقاومة للجفاف يمكننا التعرف عليها من مظهرها الخارجى. يفتح ذلك المجال لتحسين عدد من المحاصيل لمقاومة الجفاف بجانب الذرة فى نفس الموقع. يجب على الجهات المانحة ان تضع جميع الاعتبارات السابقة نصب اعينها لزيادة كفاءة الابحاث.

ت. طرق جديدة:

نفتقد الصنف الذى يظل اخضر تحت تأثير الجفاف، وكذلك اصناف الذرة التى تتميز بجذور عميقة. اصبحت الحاجة شديدة الى التحول الوراثى كمصدر للحصول على هذه الصفات، ويجب ان يحدث ذلك فى وجود تقييم فسيولوجى للتأثير على النبات بالكامل نتيجة التغير الفسيولوجى.

يعطى المركب الجينى الذى يحتوى على اكثر من جين ميزة الحصول على نباتات مجمعة الصفات. وتجرى الآن تطوير العديد من الاختبارات الجزيئية الجديدة مثل اختبار الكروموسوم الصغير والذى يتم نقل جزء من الحامض النووى للنبات يشمل على منطقة السنتروم لنقل الجينات المحفزة. تظهر قطع الحامض النووى الريبوزى كعنصر هام لتحفيز مقاومة النباتات للضغوط.

ث. الصفات المحصولية:

تسطيع طرق تحسين ادارة المحصول ان تكمل استخدام الهجن المقاومة للجفاف وتساهم فى زيادة ثبات المحصول تحت ظروف توفر المياة و المطر. اذا اردنا

الوصول الى الاستخدام الامثل للمياة فعلينا التأكد من المسافات بين النباتات، تقليل الحرث، مقاومة الحشائش، والاستخدام الامثل للاسمدة. يمكننا المحافظة على مصادر المياه. يمكننا الوصول الى الاستخدام الامثل للمياه عندما يتعثر الحصول على مصدر رى مستمر فى اوقات يقل فيها البخر بشكل لايؤثر كثيرا على المحصول. يمكننا المحافظة على ٢٥ ٪ من المياة المستخدمة عن طريق عمل نظام مميز للرى بالرغم من احداث جفاف جزئى للجذور ولكننا نحفذ قدرة النبات على تحمل الجفاف.

ج. التشريعات الاقليمية و بداية الاطلاق:

هناك اعتبارات محتملة لاجراءات اقليمية متناسقة مثل منطقة شبة الصحراء الافريقية. اذا تم التصريح باطلاق صنف منتج بالتكنولوجيا الحيوية فى دولة معتمدة على بروتوكول قياسى، من ثم يتيح ذلك لدول اخرى من نفس المنطقة السماح لنفس التعديل الوراثى ان تصرح باطلاقة. يمكن التنسيق فى اطلاق الاصناف والهجن المحسنة بنفس الطريقة بين الدول التى تشترك فى نفس البيئة الزراعية مثل دول غرب افريقيا.

٥. الملخص

شهدت الخمس و ثلاثون عاما الماضية تطورا ملحوظا فى مجال الانتقاء المباشر لصفة مقاومة الجفاف فى الذرة، مما اتاح مكاسب كبيرة للصفات التى تم تقيمها فى اماكن مختلفة. اتاحت جودة عالية على ادارة الضغوطات البيئية والتى يختلف فيها المظهر الخارجى بشكل بسيط ويجب اعادة الكشف عنها بالتربية الجزيئية و الانتقاء عن طريق الواسمات والتعديل الوراثى. تتيح هذه الادوات فرص "اسراع التربية" بالتكلفة المناسبة.

لحسن الحظ، اظهرت الشركات متعددة الجنسيات رغبتها فى مشاركة التكنولوجيا التى تمتلكها، وفى بعض الاحيان تتيح هذه التكنولوجيا متنازلة عن اى عائد مادى لها. سهل هذا الربط بين مصدر التكنولوجيا و المستخدم فى تطوير تقنيات التربية و ترجم ذلك الى تطوير شركات تقاوى محلية فى الدول الاقل نموا مثل دول شبة الصحراء الافريقية.

نأكد على العديد من العوامل الاساسية الهامة للحصول على محصول عالى و ثابت لصغار المزارعين و عائلاتهم. انها فرصة فريدة لايجب ان نتركها.

Ghazal Design 010 1166887

ISAAA
International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications

EGYPT BIC
www.egypt-bic.com

مركز معلومات التكنولوجيا الحيوية-مصر

٩ ش جامعة القاهرة ـ مركز البحوث الزراعية
مبنى معهد بحوث الهندسة الوراثية الزراعية
تليفون: ٣٥٧٢١٥٨٢ ـ ٣٥٧١٥٨٠٣ ـ فاكس : ٣٥٧٢١٥٨٢

ismail@isaaa.org

http:// www.egypt-bic.com