

# Le sorgho – une grande culture intéressante encore inconnue en Suisse

Jürg Hiltbrunner<sup>1</sup>, Ueli Buchmann<sup>1</sup>, Susanne Vogelgsang<sup>1</sup>, Andreas Gutzwiller<sup>2</sup> et Hans Ramseier<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zurich

<sup>2</sup>Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

<sup>3</sup>Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen

Renseignements: Jürg Hiltbrunner, e-mail: juerg.hiltbrunner@art.admin.ch, tél. +41 44 377 73 57



Essai en petites parcelles avec différentes variétés de sorgho (Zurich, 2009).

## Introduction

Avec une surface cultivée de 40,5 millions d'hectares, le *Sorghum bicolor* (L.) Moench ou sorgho commun, un type de millet, arrive au 5<sup>e</sup> rang des grandes cultures dans le monde (FAOSTAT 2012). Les principales zones de culture du sorgho se situent dans les régions chaudes, comme l'Inde, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud. Mais en Europe aussi, le sorgho est cultivé avec succès: la France est le plus important producteur de sorgho en termes de surfaces, suivie de l'Italie, l'Espagne et quelques pays du Sud-Est de l'Europe qui en comptent plusieurs milliers d'hectares (tabl. 1). Contrairement aux variétés locales cultivées dans de nombreux pays d'Afrique et d'Asie, qui ont tendance à avoir des rendements plutôt faibles, et dont les récoltes sont utilisées essentiellement pour l'alimentation humaine (Smith et Frederiksen 2000; Zeller 2000), les variétés cultivées dans les pays industrialisés sont des variétés hybrides à haut rendement, utilisées surtout dans la production animale.

Du fait de ces différences de génétique et des facteurs liés à l'environnement, mais aussi en raison des intensités culturales variables (irrigation, protection des plantes et fumure), les rendements fluctuent considérablement (tabl. 1). En outre, le sorgho est également utilisé à des fins industrielles pour la fabrication de balais et d'éthanol (Smith et Frederiksen 2000; Berenji et Dahlberg 2004). Les rendements en matière sèche, parfois très élevés dans certains pays européens, ont notamment conduit à une importante extension de la culture de sorgho pour la production de substrat destiné aux installations de biogaz.

Comme le maïs, le sorgho est une plante C4, mais il a besoin de moins d'eau pour pouvoir fournir un rendement en grains comparable à celui du maïs. Cette propriété et d'autres encore (encadré 1), dont, en particulier, l'existence d'une grande diversité génétique, font de cette plante un candidat idéal pour la sélection de variétés adaptées aux nouvelles conditions climatiques. Comme le sorgho ne contient pas de gluten, il peut être également utilisé pour produire des denrées alimentaires destinées aux personnes intolérantes à cette substance. Certains types de millet sont également capables de synthétiser des tanins (c'est-à-dire des molécules précipitant les protéines), qui en concentration élevée protègent certes les grains des oiseaux et des moisissures (Butler 1989), mais diminuent la digestibilité des nutriments. C'est la raison pour laquelle, dans l'Union européenne, seuls les sorghos avec une faible teneur en tanins (< 3 g de tanins kg<sup>-1</sup>) sont inscrits dans la liste des variétés. Ces derniers ne comportent aucun risque quant à la quantité utilisée et sont également appréciés des oiseaux. C'est pourquoi les variétés de sorgho à grains blanches sont aussi utilisées pour la fabrication d'aliments pour les oiseaux.

Les quantités de sorgho importées varient considérablement d'année en année. Cela tient à la possibilité de remplacer le maïs par le sorgho dans les mélanges d'aliments pour animaux, lorsque le prix du maïs sur le marché mondial est plus élevé que celui du sorgho. Ces cinq

dernières années, la Suisse a importé entre 420 (2011) et 12 600 t (2008) de sorgho par an, ce qui correspond à une surface de 50 ha, respectivement 1 490 ha, pour un rendement moyen en grains de 85 dt ha<sup>-1</sup>. Comme les informations concernant la culture du sorgho en Suisse étaient peu abondantes et limitées à quelques régions, de nouvelles variétés adaptées à la Suisse ont été étudiées pendant trois ans dans le cadre d'essais culturels, dans différentes régions, parfois aussi dans des dépressions, dans des zones exposées ou en semis précoce. En outre, des études de qualité et un essai sur l'utilisation du sorgho dans l'affouragement animal ont fourni des informations complémentaires.

## Matériel et méthodes

### Essais culturels

Des variétés hybrides précoces et très précoces (tabl. 2) ont été mises en place de 2009 à 2011 dans le cadre d'es-

**Tableau 1** | Surface cultivée (ha) et rendement moyen en grains (dt ha<sup>-1</sup>) du *Sorghum bicolor* dans les pays sélectionnés en 2010 (FAOSTAT 2012)

	Surface (ha)	Rendement (dt ha <sup>-1</sup> )
Inde	7 670 000	9,1
Soudan	5 612 880	4,7
Nigéria	4 736 730	10,1
Niger	3 322 140	3,9
Etats-Unis (USA)	1 945 750	45,1
Mexique	1 768 380	39,3
Ethiopie	1 618 680	18,5
Tchad	772 600	6,4
Argentine	750 640	48,4
Brésil	645 655	23,3
Chine	545 170	31,7
Australie	516 000	31
Kenya	225 782	7,3
Egypte	140 157	50,1
Arabie saoudite	81 200	33,9
France	52 100	55,1
Italie	40 700	66,7
Ukraine	28 700	21,4
Roumanie	9 377	19,9
Russie	8 700	10,5
Espagne	6 900	45,4
Hongrie	3 800	10,3
Bulgarie	3 500	24,6
Serbie	2 400	28,8
Surface cultivée dans le monde	40 508 600	
Rendement moyen (dans le monde)		23,7

**Résumé** ■ Avec une surface cultivée de 40,5 millions d'hectares, le *Sorghum bicolor* (L.) Moench ou sorgho commun arrive au 5<sup>e</sup> rang des grandes cultures dans le monde. Bien qu'il soit principalement cultivé dans les régions plus chaudes, la surface qu'il occupe en Europe a augmenté ces dernières années, entre autres parce que le sorgho donne des rendements intéressants avec peu d'eau à disposition. Afin d'élargir le peu d'informations disponibles sur la culture du sorgho commun en Suisse, des essais ont été mis en place de 2009 à 2011 avec plusieurs variétés et dans différentes régions de Suisse. Dans des conditions environnementales favorables, les variétés les plus précoces affichaient des rendements qui allaient jusqu'à 110 dt ha<sup>-1</sup> avec 16 % d'humidité au champs dans le cadre d'essais en petites parcelles. Comme ces plantes ont besoin de plus de chaleur que le maïs, il n'est pas recommandé de les cultiver dans des zones d'air froid, dans des dépressions ou encore de les semer trop tôt. En respectant ces paramètres, la levée du sorgho est relativement rapide et les fleurs entièrement pollinisées. Un essai d'alimentation de porcelets a montré que du sorgho produit en Suisse est de qualité comparable à du sorgho importé et qu'il satisfaisait les exigences alimentaires. De premiers essais d'infections avec les fusaries se sont traduits par des infections minimales et par des teneurs peu élevées en déoxynivalénole. Comme le montre le succès du *Sorghum bicolor* dans les régions favorables à la culture du maïs en Suisse, il devient crucial, avec le changement des conditions climatiques, pour les agriculteurs et les agricultrices suisses, d'avoir des informations plus détaillées au sujet des différents types de millets cultivés en Suisse.

**Encadré 1 | *Sorghum bicolor* – des propriétés intéressantes\***

- Besoin en eau plus faible que le maïs pour un rendement en grains comparable: une couche de cire spéciale recouvre les feuilles de sorgho et permet de réduire l'évaporation hydrique à la surface des feuilles. En cas de forte sécheresse, la croissance peut être interrompue et reprendre plus tard (anhydrobiose).
- Utilisation des grains dans l'alimentation humaine et animale (volaille, porcs, bovins).
- Aucune infestation par la chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera*) et, en raison de la tige remplie de moelle, très faible infestation par la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*).
- Les espèces de sorgho peuvent être cultivées plusieurs années sur le même champ et s'intègrent bien dans l'assolement, car elles peuvent être mises en place après n'importe quelle culture excepté le tabac.

\*Smith et Frederikson 2000; Zeller 2000; Berenji et Dahlberg 2004; Anonymous 2009; Arvalis 2010

sais réalisés avec trois répétitions sur de petites parcelles à Zurich-Affoltern et Hüntwangen avec une interligne de 0,75 m. Chaque année, les variétés ont été semées avec trois densités de semis différentes (13,2, 17,3 et 21,5 grains m<sup>-2</sup>). Les mesures d'exploitation s'appuyaient sur les recommandations françaises et autrichiennes (Anonyme 2009; Arvalis 2010; tabl. 3). En complément, dix essais en bandes sans répétition ont également été mis en place pendant les trois ans, avec différentes variétés, interlignes, densités de semis ou dates de semis dans les cantons AG (1), BE (4), SH (2), SO (1), TG (1) et VD (1). A la HAFL (Zollikofen), deux thèses de bachelor et deux travaux de semestre ont permis d'étudier d'une part l'influence de l'interligne et de deux densités de semis pour deux variétés (Chambettaz 2011; Wyss 2011), et, d'autre part, la sensibilité du sorgho à l'infestation par les fusaries et la contamination par les mycotoxines (Gerber 2009 et 2010). Cet essai consistait à répartir dans les parcelles de la paille de maïs infectée naturellement et à infecter artificiellement les plantes deux fois en l'espace de dix jours à l'aide d'une suspension de conidies de *Fusarium graminearum* [isolat HAFL, 420 × 10<sup>3</sup> (date 1) respectivement 280 × 10<sup>3</sup> (date 2) de conidies ml<sup>-1</sup>]. Les parcelles étaient ensuite arrosées. La récolte a fait l'objet, à la station de

**Encadré 2 | Fiche du *Sorghum bicolor*\***

**Famille:** graminées (*Poaceae*), plante C4

**Nom latin:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench

**Origine:** Afrique

**Préparation du lit de semences:** lit de semences relativement fin et bien rassis

**Semis:** de fin avril à mi-mai (température du sol min. 12–15 °C) semis en ligne ou mieux semis monograine à une profondeur de 3–5 cm. Distance entre les lignes 37,5–75 cm.

**Densité de semis:** 25-40 grains m<sup>-2</sup> dépendant de la variété et du sol.

**Sol:** les sols sableux, limoneux et profonds sont idéaux. Les sols froids, humides et lourds ne conviennent pas.

**Fumure:** 120 kg N ha<sup>-1</sup>; 100 kg P ha<sup>-1</sup>; 160 kg K ha<sup>-1</sup>. Le fumier, le lisier et le purin sont bien valorisés.

**Régulation des adventices:** complexe, car le sorgho a un développement juvénile lent. Il est possible d'intervenir en surface avec des machines entre les lignes, mais il est recommandé de ne pas trop s'approcher des plantes (fig. 1). A l'étranger, plusieurs herbicides sont autorisés. En Suisse, Garda Gold est homologué depuis 2012 (principes actifs Métolachlore + Terbutylazine; titulaire de l'autorisation: Syngenta Agro AG).

**Maladies et ravageurs:** en principe on observe une multitude de maladies et ravageurs dans les zones de culture traditionnelles. Jusqu'à présent, peu sont problématiques en Europe.

**Récolte:** ne pas couper les plantes trop bas à la récolte (les tiges et les feuilles sont généralement encore vertes), ce qui nécessite le passage ultérieur de la mulcheuse. Dégagement possible de poussière lors de la récolte (causée par des champignons saprophytes).

**Repousses:** plante peu résistante au froid, donc peu problématique pour les cultures d'automne; sinon possibilité de lutter contre les repousses avec des herbicides chimiques courants, excepté dans le maïs.

\*Smith et Frederiksen 2000; Anonyme 2009; Arvalis 2010)

recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, d'un test sanitaire afin de déterminer le pourcentage d'infection par différentes espèces de *Fusarium*, et d'analyses en laboratoire pour déterminer la teneur en mycotoxine déoxynivalénole (DON).

**Tableau 2 | Informations sur les variétés de sorgho grains testées en Suisse (indications des sélectionneurs)**

Nom	Sélectionneur (pays)	Pays d'inscription (année)	Couleur des grains	Somme des températures: semis jusqu'à 25 % H <sub>2</sub> O (récolte), Base 6 °C	Années de test
Ardito	Semences de Provence (F)	I (2005)	blanc		2009, 2010, 2011
Arfrio	Semences de Provence (F)	F (2003)	orange	1785	2009, 2010, 2011
Friggo	R 2n (F)	F (2003)	orange-rouge	1805	2009, 2010, 2011
Quebec	Semences de Provence (F)	F (1999)	orange-clair brun	1775	2009, 2010, 2011
Iggloo	R 2n (F)	I (2009)	orange	1790	2010, 2011
Maya	Semences de Provence (F)	F (2008)	orange-rouge	1805	2010
Arlys	Semences de Provence (F)	F (2003)	orange-rouge	1815	2011

Comme au début de la série d'essais aucun produit phytosanitaire n'était encore homologué en Suisse pour réguler les adventices dans les cultures de sorgho en grains, l'effet et la tolérance d'herbicides potentiels ont été testés dans le cadre d'essais en bandes et d'un essai bloc à Zollikofen.

### Essai d'alimentation

Afin de récolter des informations quant à l'utilisation du sorgho de production suisse dans l'alimentation des porcs, la station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP a étudié les effets de rations contenant 20 % de sorgho sur les performances de 116 porcelets pesant 9 kg et sevrés à l'âge de quatre semaines.

L'aliment témoin sans sorgho contenait 72 % d'orge, tandis que les aliments des trois variantes «sorgho» (sorgho suisse des récoltes 2009 et 2011 ainsi que du sorgho importé) contenaient environ 52 % d'orge et 20 % de sorgho. Les quatre mélanges étaient formulés de telle manière que leurs teneurs en énergie (13,6 MJ EDP kg<sup>-1</sup>) et en nutriments étaient égales et correspondaient aux recommandations d'ALP pour des porcelets pesant 8 kg.

## Résultats et discussion

### Résultats des cultures et propriétés des variétés

Les semis effectués avec le semoir monograin ont réussi et donné des peuplements corrects. Toutes les variétés ont formé des pousses secondaires, quelle que soit la stratégie culturale employée. Cela s'est traduit par une maturation irrégulière, car les épis formés plus tard ont également fleuri plus tard, ce qui a retardé leur maturation. La variété Super Sile 15, intégrée à titre de comparaison dans les essais comme type de sorgho sucré, présentait les plantes les plus longues avec une hauteur d'environ 1,7 m, tandis que les autres variétés étaient plus courtes avec

une hauteur de 1,1 à 1,3 m, mieux adaptée à la moisson. Sur le site de Zurich-Affoltern, lors des essais réalisés dans les petites parcelles, la récolte a eu lieu 153 jours (2009), 189 jours (2010) et 161 jours (2011) après le semis, à l'aide d'une moissonneuse-batteuse pour petites parcelles réglée pour les céréales. Le nombre de jours nécessaires jusqu'à maturation, plus élevé en 2010 et 2011 qu'en 2009, est lié aux conditions météorologiques et au site (topographie) ainsi qu'à la date de semis précoce qui n'est, en principe, pas recommandable pour le sorgho (tabl. 3). Pour ne pas trop augmenter la teneur en eau de la récolte, la coupe s'est faite directement sous les épis à une hauteur d'environ 0,7 m (Arvalis 2010). Cette méthode a toutefois nécessité un passage ultérieur pour broyer.

Sur la moyenne des trois ans, la teneur en eau du grain a varié entre 16 (Quebec, Friggo) et environ 26 % (Ardito; tabl. 4). La variété Super Sile 15 est celle qui, toutes les années, a affiché la teneur en eau la plus élevée avec les rendements en grains les plus bas. Mais comme elle ne représente pas une variété typique de sorgho grain, il ne serait pas correct de baser l'évaluation uniquement sur les rendements en grains. Les faibles rendements de Super Sile 15 et dans une certaine mesure d'Ardito (années 2010 et 2011) ainsi que d'Arfrio (année 2011), sur le site de Zurich-Affoltern, sont dus à une mauvaise formation du grain, sans doute provoquée par les basses températures (Zeller 2000; Arvalis 2010). Par conséquent, Ardito ne peut développer son potentiel intéressant de rendement, avec un bon degré de maturation, que lorsque les conditions sont idéales. Parmi les variétés testées sur trois ans, la variété Friggo est celle qui a obtenu les rendements les plus élevés et les plus équilibrés avec environ 90 dt ha<sup>-1</sup> (et 14,5 % H<sub>2</sub>O), tous sites confondus, que ce soit dans les essais sur petites parcelles ou en bandes. Le rendement de la variété Quebec était un peu moins homogène, mais

**Tableau 3 | Mesures d'exploitation dans les essais réalisés sur de petites parcelles avec différentes variétés de sorgho grains sur les sites de Zurich-Affoltern et Hüntwangen (années 2009–2011)**

Mesure d'exploitation		2009		2010	2011	
		Zurich-Affoltern	Hüntwangen	Zurich-Affoltern	Zurich-Affoltern	Hüntwangen
Culture précédente		Blé d'automne	Blé d'automne	Prairie temporaire	Prairie temporaire	Betteraves sucrières
<b>Travail du sol</b>						
Travail primaire	Labour	20 nov. 08	fév. 09	23 nov. 09	29 oct. 10	fév. 11
Préparation du lit de semences	Cultivateur			13 avr. 10		
	Herse rotative à axes verticaux	20 mai 09	18 mai 09	22 avr. 10	9 mai 11	10 mai 11
<b>Semis</b>						
	Semoir monograine pneumatique	23 mai	19 mai	23 avr.	10 mai	11 mai
<b>Régulation des adventices</b>						
chimique	1,2 l ha <sup>-1</sup> de Dual Gold et 2,2 l ha <sup>-1</sup> de Stomp SC	2 juin	juin	29 mai	30 mai	
Autres mesures	Passage de la sarcluse étoile combiné avec la fumure	10 juin		29 mai	24 mai	
		22 juin		14 juin	16 juin	
	Sarcluse étoile			28 juin		
	Sarclage à la main		juillet		juillet	juin/juillet
<b>Fumure</b>						
Fumure de base						
	Triple-Superphosphate [kg P ha <sup>-1</sup> ]	15 avr. (70 kg P)		12 avr. (92 kg P)	10 mars (70 kg P)	
	Phosphate diammonique, DAP [kg N, P ha <sup>-1</sup> ]		2 mai (36 kg N; 92 kg P)			29 avr. (77 kg N; 197 kg P)*
	60 sel de potasse [kg K ha <sup>-1</sup> ]		2 mai (200 kg K)	12 avr. (240 kg K)	10 mars (180 kg K)	29 avr. (300 kg K)*
Fumure de couverture						
1 <sup>er</sup> apport	Nitrate d'ammonium 27,5% [kg N ha <sup>-1</sup> ] resp. nitrate d'ammonium Mg [kg N, Mg ha <sup>-1</sup> ]	22 mai (41 kg N)		30 avr. (41 kg N; 3,75 kg Mg)	24 mai (65 kg N; 6 kg Mg)	
	Urée 46 %		12 mai (128 kg N)			30 mai (180 kg N)*
2 <sup>e</sup> apport	Nitrate d'ammonium Mg [kg N, Mg ha <sup>-1</sup> ]	10 juin (41 kg N; 3,75 kg Mg)		29 mai (54 kg N; 5 kg Mg)	16 juin (65 kg N; 6 kg Mg)	
3 <sup>e</sup> apport	Nitrate d'ammonium 27,5% [kg N ha <sup>-1</sup> ] resp. nitrate d'ammonium Mg [kg N, Mg ha <sup>-1</sup> ]	22 juin (61 kg N)		14 juin (54 kg N; 5 kg Mg)		
<b>Récolte</b>						
		28 oct.	27 oct.	28 oct.	18 oct.	17 oct.

\* Complément de fumier + compost.



**Tableau 4** | Rendements en grains (dt ha<sup>-1</sup> pour 14,5 % H<sub>2</sub>O), teneur en eau lors de la récolte (%) et poids de mille grains (en g) des variétés de sorgho testées pendant trois ans avec une densité de semis de 17,3 grains m<sup>-2</sup> sur le site de Zurich-Affoltern (essais en petites parcelles avec trois répétitions, années 2009–2011)

Paramètre	Année	Variété				Moyenne	Erreur standard
		Ardito	Arfrio	Friggo	Quebec		
Rendement en grains (dt ha <sup>-1</sup> pour 14,5 % H <sub>2</sub> O)	2009	113,1	100,5	92,6	102,3	102,1	10,84
	2010	73,1	91,6	103,7	80,3	87,2	15,56
	2011	47,8	43,6	99,7	84,1	68,8	25,68
Teneur en eau lors de la récolte (%)	2009	18,6	16,5	15,7	15,2	16,5	1,39
	2010	26,4	17,2	18,4	17,4	19,8	4,02
	2011	23,7	24,0	16,2	15,5	19,8	5,02
Poids de mille grains (g)	2009	23,7	27,1	18,3	23,4	23,1	3,36
	2010	24,5	26,2	24,6	20,0	23,8	2,44
	2011	17,2	16,3	12,7	12,1	14,6	2,37

meilleur que celui d'Arfrio, Ardito et surtout de Super Sile 15. Des rendements allant jusqu'à 110 dt ha<sup>-1</sup> (2009) ont été atteints dans les essais sur les petites parcelles. Dépendant de la variété et du sol, en général les rendements mesurés oscillaient entre 50 et 95 dt ha<sup>-1</sup> et se situaient donc dans la plage des rendements des voisins européens ou clairement au-dessus (tabl. 1). Par ailleurs, les rendements les plus bas obtenus dans les essais présentés s'expliquent généralement par des propriétés sélectionnées dans un but précis (date de semis précoce, exposition) ou par une mauvaise régulation des adventices. Il n'est pas encore possible de préciser si les conditions liées au site ou à l'année sont les seules raisons du comportement différent des variétés avec les trois densités de semis appliquées dans les essais sur les petites parcelles. Il se peut également que les variétés réagissent différemment à la densité de semis et à la distance entre

les lignes. Dans le cadre d'un essai bloc de la HAFL, on a observé des effets significatifs sur le degré de couverture du sol lorsque les interlignes et les densités de semis variaient, mais pas sur le tallage, la maturité, ni les rendements en grains (Wyss 2011).

Comme les densités de semis recommandées en Autriche (environ 28 à 40 grains m<sup>-2</sup>) sont nettement plus élevées que celles étudiées en Suisse, il paraît approprié d'étudier pendant plusieurs années les questions de densité de semis et de distances entre les lignes.

#### Protection phytosanitaire

Réussir à réguler la flore adventice s'est révélé le plus grand défi de la culture de sorgho (Arvalis 2010). Dans deux essais en bandes, la pression des adventices était telle à l'issue des traitements que les essais ont dû être abandonnés. La première croissance des plantes très lente, en particulier lorsque les printemps sont frais, étant une des causes principales du développement des adventices, il est recommandé de ne pas semer trop tôt. Par ailleurs, dans le cas d'une régulation mécanique ou chimique, les conditions météorologiques et l'état du sol sont des facteurs déterminants pour la réussite des interventions. L'herbicide Gardo Gold homologué en Suisse depuis 2012, également pour la post-levée, a un spectre d'action intéressant aussi bien pour les espèces monocotylédones que pour les espèces dicotylédones. L'effet reste toutefois insuffisant pour la camomille, la morelle et les adventices pluriannuelles. Comme l'herbicide agit essentiellement par le sol, il est indispensable que ce dernier soit légèrement humide. De plus, pour le sorgho comme pour le maïs, on peut intervenir mécaniquement pour lutter contre les adventices. Le travail du sol ne devrait cependant pas avoir lieu trop près des lignes, car le sorgho possède un système racinaire fin et horizontal (fig. 1).



**Figure 1** | Racines de *Sorghum bicolor* (Zurich, 2009). (Photo: ART)



Figure 2 | Dégâts causés par les oiseaux (Zurich, 2009). (Photo: ART)

La tige étant remplie de moelle, seules quelques rares plantes ont été attaquées par la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*). Des taches (*Exserohilum turcicum* (Pass.) K. J. Leonard & Suggs) ont été observées chaque année sur les feuilles de certaines plantes. En 2009, on a observé des dégâts causés par les oiseaux dans les essais sur petites parcelles, de même qu'en 2011 à Zollikofen (fig. 2). On suppose que les dégâts sont dus d'une part aux sélections pauvres en tanins et d'autre part aux surfaces d'essais relativement petites.

Dans l'essai d'infection avec *Fusarium* spp., les résultats du test sanitaire ont montré que les taux d'infestation observés à la récolte étaient faibles et par conséquent, les concentrations en DON étaient basses (entre 0,061 et 0,141 ppm; pour une valeur limite de 1,25 ppm pour les céréales non transformées destinées à la consommation humaine; Gerber 2010). L'essai préliminaire ne permet pas encore de dire si le sorgho convient comme culture de nettoyage ou comme «briseur de *Fusarium* et de mycotoxines» dans les rotations où le blé est mis en place après le maïs. Pour répondre à cette question, il faudrait réaliser des essais de différentes variétés sur plusieurs sites avec des infections artificielles et naturelles.

### Essai d'alimentation

Les animaux témoins ont mangé 550 g d'aliment par jour et avaient un accroissement journalier de 350 g pendant les cinq semaines expérimentales, tandis que l'ingestion des animaux des trois variantes «sorgho» se situaient

entre 540 et 590 g et leur accroissement journalier entre 340 et 370 g. L'indice de consommation de 1,6 kg d'aliment par kilogramme d'accroissement était identique dans les quatre variantes expérimentales. Il n'y a eu aucune différence entre les performances zootechniques des quatre variantes ( $P > 0,1$ ). Les résultats de l'essai montrent que 20% de sorgho de production suisse peuvent être incorporés dans les aliments pour porcs sans effets négatifs sur les performances zootechniques.

Le sorgho produit en Suisse est comparable au sorgho importé et peut donc être utilisé dans les mélanges d'aliments pour animaux au même titre que les produits importés.

Comme l'utilisation du sorgho dans les rations alimentaires est semblable à celle du maïs (Berenji et Dahlberg 2004), on le trouve également dans les rations destinées aux bovins et à la volaille (Smith et Frederiksen 2000; Arvalis 2010).

## Conclusions

Pour des raisons économiques (p. ex. coûts du séchage) et agronomiques (p. ex. stabilité des rendements, date de semis de la culture suivante), seules les variétés de sorgho à grains précoces Friggo et Quebec peuvent être recommandées en Suisse sur la base des essais variétaux effectués pendant trois ans. Le potentiel génétique de rendement ne peut toutefois être exploité, comme dans les autres grandes cultures, que si les éléments nutritifs et l'eau sont disponibles en quantité suffisante aux stades de développement déterminants pour le rendement. Selon notre expérience, le sorgho est accepté par les centres collecteurs et indemnisé au prix du maïs-grains. Cela rend la culture du sorgho économiquement inintéressante dans les zones favorables au maïs, où les précipitations sont suffisantes, car les rendements du sorgho sont inférieurs à ceux du maïs. Lorsque l'objectif de la production est principalement celui de maximiser les rendements, la culture du sorgho peut fournir une alternative à la culture du maïs-grains, mais uniquement dans les régions qui sont sèches en été.

Pour compléter les recherches sur le type de sorgho porteur du gène de nanisme, il est nécessaire, compte tenu du changement des conditions climatiques, de fournir des informations plus détaillées aux agricultrices et agriculteurs suisses au sujet des différents types de millets cultivés en Suisse. ■

### Remerciements

Les semences ont été gracieusement mises à disposition par les entreprises O. Hauenstein Samen AG, Eric Schweizer Samen AG et RAGT.

**Riassunto****Sorgo da granella - coltura dalle caratteristiche interessanti ancora sconosciuta in Svizzera**

Il *Sorghum bicolor* (L.) Moench, coltivato su una superficie di 40,5 milioni di ettari, è la quinta coltura campicola più importante al mondo. Sebbene venga coltivato nelle regioni più calde, in questi ultimi anni ha guadagnato di nuovo terreno in Europa perché dà rese ragguardevoli anche con poca acqua. Onde ampliare le poche informazioni disponibili in Svizzera sulla coltivazione di sorgo da granella, tra il 2009 e il 2011 sono stati condotti esperimenti con molteplici varietà in diverse regioni della Svizzera. Nel quadro di test su piccole parcelle le varietà più precoci hanno raggiunto, in condizioni ambientali favorevoli, rendimenti di 110 q ha<sup>-1</sup> con 16 % di H<sub>2</sub>O. Considerato che il sorgo da granella necessita di maggior calore rispetto al mais, si raccomanda di evitare di coltivarlo in conche o in zone con aria fredda nonché di seminarlo troppo presto. Con questi accorgimenti sono garantite una levata relativamente rapida e un'impollinazione completa. Un esperimento condotto su giovani suini ha rivelato che il sorgo da granella indigeno ha una qualità comparabile a quella della merce d'importazione e soddisfa le esigenze di foraggiamento. Nel quadro di test d'infezione con fusarie sono emerse contaminazioni minime e bassi tenori di deossinivalenolo. Come evidenziato dal successo avuto con il *Sorghum bicolor* in regioni favorevoli alla coltivazione del mais in Svizzera, la disponibilità di informazioni più dettagliate riguardo ad altri tipi di sorgo e miglio diventa incalzante alla luce del cambiamento climatico.

**Bibliographie**

- Anonymous, 2009. Sorghum. Die Saat. 2. überarbeitete Auflage Frühjahr 2009 (www.diesaat.at, eingesehen Februar 2011).
- Arvalis, 2010. Culture et utilisation du sorgho grain. Institut de végétal, juin 2010, 28 p.
- Berenji J. & Dahlberg J., 2004. Perspectives of Sorghum in Europe. *J Agron Crop Sci* **190**, 332–338.
- Butler L. G., 1989. Sorghum polyphenols. In: Toxicants of Plant Origin, vol. 4. Phenolics (Hsg. Cheeke P. R.), CRC Press, Boca Raton, USA, 95–122.
- Chambettaz F., 2011. Sorgho grain en Suisse. Bachelorarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.
- FAOSTAT. FAO Statistics Division 2012. 5th March 2012, Rome.

**Summary****Grain sorghum – an arable crop with attractive properties, as yet unknown in Switzerland**

With 40.5 million hectares under cultivation, *Sorghum bicolor* (L.) Moench is the world's fifth-most important arable crop. Although primarily cultivated in warmer regions, the area devoted to this crop in Europe has increased over the past few years – among other things because sorghum produces attractive yields even when little water is available. In order to increase the sparse information on cultivating grain sorghum currently available in Switzerland, trials were conducted from 2009 to 2011 in various Swiss regions with several varieties. In favourable environmental conditions, the earliest maturing varieties achieved yields of up to 110 dt ha<sup>-1</sup> with 16 % humidity at the day of the harvest in small-plot trials. Because of sorghum's greater need for warmth than maize, planting in cold-air zones or in basins, or early sowing should be avoided. This will ensure a relatively quick juvenile development and good pollination. A piglet feeding trial showed that Swiss-produced sorghum is of comparable quality to the imported grain, and meets feeding requirements. Preliminary infection trials with *Fusarium* species resulted in low infection rates and low deoxynivalenol (DON) contents. As evidenced by the successful cultivation of *Sorghum bicolor* in favourable maize-growing areas of Switzerland, changing climatic conditions make it essential for Swiss farmers to have access to more detailed information of different types of millet and sorghum grown in Switzerland.

**Key words:** *Sorghum bicolor* (L.) Moench, variety, Switzerland, field trials, feeding trial, pig, *Fusarium*, climate change.

- Gerber C., 2009. Keine Sorgen im Sorghum; *Sorghum bicolor* – eine neue Kulturpflanze in der Schweiz? Semesterarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.
- Gerber C., 2010. *Sorghum bicolor* – eine neue Kulturpflanze für die Schweiz? Bachelorarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.
- Smith C. W. & Frederiksen R. A., 2000. Sorghum: Origin, History, Technology and Production. Wiley John & Sons, New York, 824 p.
- Wyss R., 2011. *Sorghum bicolor*: Einfluss der Saatmenge und des Reihenabstandes auf die Pflanzenentwicklung und den Ertrag. Semesterarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.
- Zeller F. J., 2000. Sorghumhirse (*Sorghum bicolor* L. Moench): Nutzung, Genetik, Züchtung. *Bodenkultur* **51**, 71–85.