



Variétés de tomate à grappes cultivées hors sol à basse température: valeur agronomique, analytique et gustative

A. GRANGES, J. M. GILLIOZ, J. AUGSBURGER et F. NICOLLIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

@ E-mail: andre.granges@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Résumé

Deux essais de variétés de tomate à grappes en culture hors sol ont été réalisés dans une serre en condition de basse température; douze variétés ont été examinées en 2006 et dix en 2007. Les analyses ont porté sur le comportement des plantes, le rendement, la qualité apparente, analytique et gustative des variétés. Des cas de malformation des grappes ont été enregistrés, particulièrement durant les deux premiers mois de récolte, lorsque le régime à basse température est installé avant la floraison du 3^e bouquet. Les variétés Plaisance, Climberley, Altess et Idool greffées sur Maxifort sont les plus performantes dans ces conditions. Climberley, qui offre le meilleur compromis rendement-qualité gustative, est la variété la plus appréciée des consommateurs. La vitamine C et les caroténoïdes varient d'une variété à l'autre et selon la saison.



Fig. 1. Aspect des plantes en condition de basse température. Une ► légère tendance végétative peut apparaître sans nuire toutefois à l'équilibre feuille-fruit.

Introduction

La culture de la tomate en condition de basse température – avec aération plus tardive durant le jour – constitue une des mesures possibles pour réduire les quantités d'énergie fossile utilisées dans les serres. En pratique, le chauffage est réduit de nuit comme de jour et, par beau temps, l'aération est retardée pour profiter de l'énergie solaire et ainsi augmenter la température moyenne sur 24 heures. Des travaux récents menés en

Hollande (Elings *et al.*, 2005) et en France (Le Quillec *et al.*, 2007) ont montré que la culture de tomate en serre avec des écarts de températures plus importants entre le jour et la nuit, tout en maintenant une température moyenne optimale sur 24 heures, permet d'atteindre des rendements similaires à ceux d'un régime climatique traditionnel. Afin de déterminer l'incidence des basses températures sur la qualité apparente et intrinsèque des variétés actuelles, Agroscope Changins-Wädens-

wil ACW a réalisé en 2006 et 2007 deux essais de variétés de tomate à grappes dans une serre du Centre de recherche Conthey, dans des conditions de chauffage à température réduite. Cet article présente les résultats obtenus avec douze variétés de tomate à grappes en 2006 et dix variétés en 2007 (quatre d'entre elles sont présentes les deux années). Le comportement des plantes, le rendement ainsi que la qualité apparente, analytique et gustative des fruits ont été analysés.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental et consignes climatiques

Après installation de la culture, les consignes de chauffage ont été réduites de 1 à 2 °C et l'aération retardée par rapport à une conduite standard. Ainsi, la consigne de chauffage était de 14 °C la nuit et de 17 °C le jour. La température d'aération variait en fonction de l'ensoleillement: de 20 °C par temps couvert à 22 °C ou 25 °C par temps ensoleillé (tabl.1).

Les essais ont été réalisés dans une serre à une chapelle de 330 m², recouverte d'un verre Hortiplus. La culture hors sol est menée avec recyclage complet de la solution nutritive sur substrat en fibre de coco. Les plantes sont greffées en tête (une tige) au Centre de recherche, sur porte-greffe Maxifort (De Ruiter seeds). Elles sont installées à raison de douze plantes par parcelle, en quatre répétitions à la densité de 2,3 tiges par m² avec une conduite en V sur double ligne.

La culture a été protégée au cours des deux années à l'aide des auxiliaires *Macrolophus caliginosus* et *Encarsia formosa* contre la mouche blanche (*Trialeurodes*); en outre, des traitements fongicides anti-oïdium ont été appliqués de manière préventive et curative.

Variétés

Les variétés étudiées en 2006 et en 2007 sont mentionnées dans les tableaux 4 et 5.

Mesure des plantes et phénologie

Le diamètre des tiges sous la 5^e feuille développée a été mesuré une fois par semaine, de même que la position des bouquets sur la tige au stade du grossissement des fruits. Le bouquet en floraison le jour du contrôle a également été noté.

Analyses et instruments de mesures

L'indice de réfraction (°Brix) est donné par le réfractomètre (Atago PR-1), l'acidité totale est mesurée par titration à 0,1 M NaOH (titrateur Mettler DL 25). La vitamine C, le carotène et le lycopène ont été déterminés par chromatographie liquide à haute pression (HPLC) à l'Institut suisse des vitamines à Epalinges, Lausanne.

L'indice de réfraction, l'acidité totale et les vitamines ont été mesurés au stade de maturité 11/12 (OCDE), sur des fruits en position intermédiaire dans la grappe (fruits 2-3-4). Les fruits ont été broyés à l'aide d'un presse-tomate (Solenio, Fiseldem, I-20092 Cinisello), de manière à obtenir un jus exempt de peau et de graines, selon la méthode décrite par Granges *et al.* (2003).

Tableau 1. Données culturales et consignes climatiques en 2006 et 2007.

Culture	2006	2007
Semis	14.12.2005	11.12.2006
Greffage	10.01.2006	05.01.2007
Plantation	16.02.2006	08.02.2007
Récoltes	08.05 au 30.08.2006	27.04 au 27.08.2007
Consignes climatiques		
Période d'installation (et durée)	16.02 au 09.03 (22 j)	08.02 au 12.03 (33 j)
Températures d'installation: $T_{\text{nuit}}/T_{\text{jour}}/T_{\text{aération}}$	18/20/22 °C	18/20/22 °C
Baisse des températures dès le:	10.03 (floraison du 1 ^{er} bouquet)	13.03 (floraison du 3 ^e bouquet)
Consignes basses températures: $T_{\text{nuit}}/T_{\text{jour}}/T_{\text{aération}}$	14/17/20-22 °C*	14/17/20-25 °C* (du 12.03 au 19.04) 14/17/20-22 °C* (dès le 20.04)
Brumisation (enclenchement)	Au seuil de déficit hydrique de 10 g/m ³	

*Selon l'ensoleillement.

Tests de consommateurs

Les tests de consommateurs sont constitués de 100 à 120 personnes prises au hasard dans un important centre de distribution (Migros Sion, Valais). Les fruits sont coupés en secteurs avant d'être présentés aux consommateurs. L'appréciation (hédonique) globale du goût de la tomate est notée sur un formulaire simple, selon une échelle allant de 9 (très bon) à 1 (très mauvais).

Résultats et discussion

Climat dans la serre

En 2006, treize journées caniculaires ont été observées au mois de juillet, avec des températures excessives ($T_j > 30$ °C) enregistrées dans la serre durant plusieurs heures.

En 2007, par contre, après un mois d'avril exceptionnellement ensoleillé, la météo a été particulièrement tempérée et sans excès de chaleur. Toutefois, une nette baisse de l'activité des bourdons pollinisateurs a été observée sur une courte période d'avril 2007. Cela a entraîné des défauts de nouaison sur les bouquets 6 et 7 dans l'ensemble des variétés, avec pour conséquence une diminution de la production durant les trois premières semaines de juin.

La phase d'installation de la culture (avec consignes de chauffage standards) a été plus longue et plus chaude en 2007 qu'en 2006 (tabl. 2). En 2007, le passage au régime à basse température n'a eu lieu qu'à partir de la floraison du 3^e bouquet, et en 2006 déjà à partir de la floraison du 1^{er} bouquet. Les températures moyennes ont également été

Tableau 2. Températures moyennes enregistrées dans la serre au cours des différentes périodes en 2006 et 2007.

		$T_{\text{moy. nuit}} (°C)$	$T_{\text{moy. jour}} (°C)$
Période d'installation	16.02 au 09.03.2006	16,4	19,3
Début mars jusqu'au début des récoltes	10.03 au 07.05.2006	15,4	20,8
Mai/juin	08.05 au 30.06.2006	18,6	22,8
Juillet	01.07 au 31.07.2006	21,8	25,3
Août	01.08 au 31.08.2006	17,5	22,0
Période d'installation	08.02 au 12.03.2007	17,4	20,5
Mi-mars jusqu'au début des récoltes	13.03 au 26.04.2007	15,9	22,2
Fin avril/mai/juin	27.04 au 30.06.2007	18,0	22,2
Juillet	01.07 au 31.07.2007	19,2	24,6
Août	01.08 au 27.08.2007	19,0	25,8

Tableau 3. Diamètre des tiges en apex, longueur des plantes et intervalles entre-bouquets de quatre variétés en condition de basse température en 2006 et 2007.

Paramètres mesurés	Altess	Climberley	Plaisance (DRW7517)	Idooll (BS 7529)	Ppds ($P \leq 0,05$)
2006					
Diamètre tige apex (mm) au début de la récolte (26.04)	11,5	10,2	11,5	11,0	1,2
Diamètre tige apex moyen (mm) (01.03 au 02.08)	11,0	10,0	11,3	10,7	ns
Longueur des plantes (cm) au 02.08	618	592	614	608	26
Intervalle moyen entre-bouquets (cm) au 02.08*	27,0	28,4	25,6	28,8	2,8
Indice intervalle entre-bouquets (Altess = 100)	100	105	95	107	
2007					
Diamètre tige apex (mm) au début de la récolte (25.04)	13,6	13,7	14,4	12,9	1,5
Diamètre tige apex moyen (mm) (21.02 au 01.08)	12,6	12,4	12,4	12,0	ns
Longueur des plantes (cm) au 01.08	638	592	673	630	23
Intervalle moyen entre-bouquets (cm) au 01.08*	27,5	26,2	27,2	27,3	1
Indice longueur entre-bouquets (Altess = 100)	100	94	99	100	

*20 à 24 bouquets développés selon la variété. ns: non significatif.

plus élevées jusqu'au début des récoltes en 2007 (+0,5 °C durant la nuit et +1,4 °C durant la journée), en raison des conditions d'installation plus favorables et des températures plus clémentes d'avril 2007. Les meilleures conditions climatiques de 2007 permettent d'expliquer en partie les différences qualitatives des plantes et des tomates obtenues au cours de ces deux années d'expérimentation.

Mesures des plantes et phénologie

Selon les valeurs des différentes mesures des plantes effectuées sur les quatre variétés cultivées en 2006 et 2007 (tabl. 3), le diamètre des tiges en apex est, jusqu'au début des récoltes, supérieur de 24% en 2007. Cet écart se réduit à 15% si l'on considère l'ensemble des mesures effectuées jusqu'au début d'août. Les intervalles moyens entre les bouquets 1 à 20/24 (selon la variété) ainsi que les longueurs moyennes des plantes diffèrent peu entre les deux années. Les conditions 2007 ont ainsi favorisé l'épaississement des tiges. Comme mentionné plus haut (tabl. 2), la phase d'installation a été plus longue et marquée par des températures moyennes plus élevées en 2007. L'effet positif sur la croissance des températures plus élevées en phase d'installation est bien connu (Wacquant *et al.*, 1995). En 2006, dans des conditions climatiques plus contraignantes, deux groupes de variétés se sont distingués: le premier comprend deux variétés de vigueur moyenne à forte (Altess et Plaisance), et le second deux variétés de vigueur

moyenne (Climberley et Idooll). Au début d'août et selon la variété, l'intervalle moyen entre les bouquets 1 à 22/24 est corrélé négativement avec l'épaisseur des tiges en apex ($r = -0,82$). Durant la période de croissance, comme le mentionnent Wacquant *et al.* (1995), un abaissement de la température pour un niveau d'éclairement donné favorise la vigueur et l'épaississement des tiges à l'extrémité. En outre, selon Calvert (1969), l'abaissement de la température diurne, pour une même température moyenne, réduit l'intervalle entre les bouquets.

Bien que les plantes se soient montrées légèrement végétatives au cours de ces deux années expérimentales, l'équilibre feuille-fruit pouvait néanmoins être considéré comme bon (fig.1).

Rendements et poids moyens

Les rendements précoces (au début de juin) des quatre variétés comparées en 2006 et 2007 – Plaisance, Climberley, Altess et Idooll – sont en moyenne supérieurs de 38% en 2007 (9,9 kg/m² contre (7,2 kg/m² en 2006; tabl. 4 et 5).

Tableau 4. Rendements des variétés de tomate à grappes conduites à basse température en 2006.

Variété (Obtenteur)	Rendement (kg 1 ^{er} choix/m ²)		Poids moyen (g/fruit)	Nombre (grappes/plante)
	1 ^{er} juin 2006	30 août 2006	30 août 2006	30 août 2006
Plaisance (DRW 7517) (DR)	7,8	30,7	128	18,8
Climberley (SG)	7,3	28,7	139	15,6
Altess (DR)	6,9	31,9	131	17,1
Idooll (7529) (SVS)	6,8	30,4	155	14,9
Dirk (E33054) (EZ)	6,7	28,2	132	16,6
Tricia (DR)	7,9	27,6	138	16,6
SG 43 020 (SG)	7,4	27,2	144	16,6
Grandella (WS)	6,7	26,6	135	16,3
BS 6271 (SVS)	7,6	26,3	116	17,3
Cloris (SG)	7,5	26,0	126	16,5
Makalu (EZ)	7,1	21,7	113	14,8
Ibis (RZ)	6,6	21,2	91	17,8
Ppds ($P \leq 0,05$)	ns	10,2	53	2,4

DR: De Ruiter seeds; EZ: Enza Zaden; RZ: Rijk Zwaan; SG: Syngenta seeds; SVS: Seminis vegetable seeds; WS: Western seeds. ns: non significatif.

Tableau 5. Rendements des variétés de tomate à grappes conduites à basse température en 2007.

Variété (Obtenteur)	Rendement (kg 1 ^{er} choix/m ²)		Poids moyen (g/fruit)	Nombre (grappes/plante)
	8 juin 2007	27 août 2007	27 août 2007	27 août 2007
Plaisance (DRW 7517)(DR)	10,5	28,7	133	19,0
Climberley (SG)	9,6	28,1	135	18,1
Altess (DR)	9,3	25,5	125	17,4
Idooll (7529) (SVS)	10,0	27,3	153	17,3
RZ 72-470 (RZ)	9,1	28,2	166	15,4
Treasury (SVS)	9,5	26,0	126	18,3
BS 7919 (SVS)	9,1	25,8	122	18,2
E 33396 (EZ)	9,9	25,6	105	20,3
DRW 7592 (DR)	9,0	25,5	127	17,2
T44 076 (SG)	8,6	24,0	121	17,5
<i>Ppds (P ≤ 0,05)</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	32	1,5

DR: De Ruiter seeds; EZ: Enza Zaden; RZ: Rijk Zwaan; SG: Sygenta seeds; SVS: Seminis vegetable seeds; WS: Western seeds. ns: non significatif.

Cet avantage en 2007 est dû en particulier au climat d'avril ainsi qu'aux températures d'installation plus favorables qu'en 2006 (tabl. 2). La variété Plaisance tendait à être la plus précoce au cours de ces deux années.

Les rendements obtenus à fin août sont par contre un peu plus faibles (-10%) en 2007. Cela peut s'expliquer en par-

tie par la perte de production en juin 2007, elle-même occasionnée par les défauts de nouaison des bouquets 6 et 7 dus à une défaillance des bourdons pollinisateurs en avril; mais on note aussi une tendance végétative légèrement plus marquée en 2007 (tabl. 3).

Le poid moyen des fruits diffère peu au cours des deux années (tabl. 4 et 5),

avec une moyenne de 138 g. Seule la variété Idooll montre un poids moyen plus élevé (153/155 g).

En outre, des rendements relativement élevés (2,1 kg/m²/semaine) ont été enregistrés durant les chaleurs caniculaires de juillet 2006 pour les variétés Altess, Idooll et Climberley. En 2007, ce sont les variétés Climberley et Idooll qui ont atteint ce niveau de production élevé durant les trois premières semaines de mai, en raison du climat exceptionnellement ensoleillé d'avril. Climberley et Idooll sont donc deux variétés qui répondent bien aux bonnes conditions d'ensoleillement.

Les variétés Plaisance, Climberley, Altess et Idooll greffées sur porte-greffe fort (Maxifort) se sont montrées performantes en condition de basse température. A noter également le comportement intéressant des variétés Treasury et BS 7919 en 2007.

Qualité apparente des grappes et des fruits

Des défauts qualitatifs ont été observés sur les grappes et les fruits, liés principalement à une installation trop hâtive du régime basse température dans la serre. Les principaux défauts ont été observés sur les grappes des différentes variétés



Fig. 2. Le phénomène du «gros 1^{er} fruit» sur la grappe est induit notamment par une réduction trop hâtive des températures (avant la floraison du troisième bouquet dans ce cas).



Fig. 3. Les trois premiers bouquets ont été le plus fréquemment ramifiés en 2007.

Tableau 6. Principaux défauts rencontrés sur les grappes et les fruits des différentes variétés en condition de basse température en 2006.

Variétés	Défauts sur la grappe	Défauts sur les fruits
Plaisance	«gros 1 ^{er} fruit» (juin)	
Climberley	fruit surnuméraire (juillet)	microfissures (mai/juin)
Altess	«gros 1 ^{er} fruit» (mai/juin) Calibres hétérogènes (juin/juillet)	intensité coloration réduite (juin)
Idooll	«gros 1 ^{er} fruit» (mai/juin)	points dorés (mai/juin) microfissures (juin/août) taches jaunes, décoloration (juin/août)
Dirk	«gros 1 ^{er} fruit» (juin-août)	microfissures (juillet) taches et points dorés (août)
Tricia	adhérence moyenne des fruits (juin/août)	blanchiment paroi interne (mai/juin)
SG 43020	aspect moyen grappe (mai/juin) «gros 1 ^{er} fruit» (juin) calibres hétérogènes (mai/juin)	blanchiment paroi interne (juin/août)
Cloris		intensité coloration réduite (mai-août) blanchiment paroi interne (mai/juin/août)
Makalu	«gros 1 ^{er} fruit» (juin) adhérence faible des fruits (mai/juillet)	
Albis	adhérence faible des fruits (mai-août)	
Grandella	aspect moyen grappe (mai/juin/août) malformations grappes et calibres hétérogènes des fruits (mai/juin)	
BS 6271	<i>jointless</i> non fixée tendance «pattes d'araignées»	

durant l'année 2006, lorsque l'abaissement des températures a eu lieu déjà à partir de la floraison du 1^{er} bouquet: forte hétérogénéité du calibre des fruits, présence relativement fréquente de «gros 1^{er} fruit» (fig. 2) sur la grappe ainsi que malformation de la rafle (ramifications; fig. 3). Les récoltes de mai et juin ont été les plus affectées par ces défauts (tabl. 6). Les variétés les plus sensibles au phénomène du «gros 1^{er} fruit» ont été Dirk (29% des bouquets affectés au 6 juin), Plaisance et SG 43 020 (19%). Au contraire, le plus bel aspect des grappes (moyenne de toute la saison) a été noté chez les variétés Climberley, BS 6271, Cloris, Makalu et Altess.

En 2007, l'abaissement des températures de chauffage dans la serre n'a eu lieu qu'au cours de la floraison du 3^e bouquet. L'impact sur la qualité apparente de la grappe ne s'est produit que de manière limitée dans le temps. Des grappes malformées ont été observées principalement durant le premier mois de récolte (mai). La ramification s'est présentée le plus souvent sur les bouquets 1 à 3 chez les variétés BS 7919 (29%) et Altess (17%). Les variétés

Climberley et Treasury ont obtenu les meilleures notes de qualité apparente des grappes et des fruits. La variété Idooll a présenté une coloration plus irrégulière et moyenne des fruits de mai à août.

Valeur gustative des variétés et indice de réfraction

Dans les tableaux 7 et 8, les résultats des tests des consommateurs effectués avec douze variétés en 2006 et huit variétés en 2007 sont mis en relation avec les indices de réfraction des jus (°Brix). Les notes moyennes des consommateurs (échelle de 1 à 9) se situent entre 5,1 et 6,3 en 2006 et 5,0 et 5,6 en 2007. La variété Climberley obtient la meilleure note d'appréciation en 2006 (6,3) et en 2007 (5,6). Les variétés Altess et Plaisance obtiennent au contraire les notes les plus basses (proches de 5,0). Chez Idooll, les notes d'appréciation varient d'une année à l'autre. La note de goût donnée à la tomate par les consommateurs est ici fortement corrélée

Tableau 7. Résultats du test consommateurs 2006 (21-22 juin, 120 personnes).

Variété	Note de goût*	°Brix
Climberley	6,3	4,5
Idooll	5,8	3,8
Altess	5,2	3,7
Plaisance	5,1	3,7
Albis	6,2	4,6
E 26 33054	5,8	4,0
Makalu	5,8	4,1
Grandella	5,7	3,8
Cloris	5,6	3,9
SG 43020	5,5	4,0
Tricia	5,4	3,6
BS 6271	5,3	4,0
<i>Ppds</i> ($P \leq 0,05$)	0,9	—

*1 = très mauvais; 5 = moyen; 9 = très bon.

Tableau 8. Résultats du test consommateurs 2007 (28 juin, 100 personnes).

Variété	Note de goût*	°Brix
Climberley	5,6	4,3
Plaisance	5,2	3,8
Idooll	5,1	3,7
Altess	5,0	3,9
E 33096	5,6	4,3
DRW 7592	5,5	4,1
BS 7919	5,4	4,0
Treasury	5,2	4,0
<i>Ppds</i> ($P \leq 0,05$)	ns	—

* 1 = très mauvais; 5 = moyen; 9 = très bon; ns = non significatif.

avec l'indice de réfraction du jus exprimé en °Brix. Ces corrélations positives ($r = 0,82$ en 2006 et $0,91$ en 2007) confirment d'ailleurs les résultats antérieurs obtenus par Granges *et al.* (2000, 2001, 2002, 2003).

Teneurs en vitamine C, lycopène et β -carotène

La vitamine C, le lycopène et le β -carotène sont trois importantes vitamines antioxydantes présentes dans la tomate. Elles jouent un rôle reconnu pour la santé humaine et contribuent notamment à réduire les risques de différents cancers et de maladies cardiovasculaires (Bui, 1995).

Les résultats de l'analyse de la vitamine C, du lycopène et du β -carotène sont présentés dans les figures 4 à 6. Les résultats d'analyses effectuées les 19 juin, 12 juillet et 12 septembre montrent l'évolution de ces trois composants de la qualité dans dix variétés de tomates en condition de basse température en 2007.

Les teneurs en vitamine C sont relativement stables en juin et juillet, puis elles augmentent de façon importante (46%) entre le 12 juillet et le 12 septembre. Les teneurs les plus élevées en vitamine C ont été obtenues le 12 septembre avec les variétés Altess (27 mg), Idooll et E33396 (24 mg/100 g MF). Les valeurs les moins élevées au contraire sont enregistrées chez Treasury et Climberley (18 mg). La vitamine C, ou acide ascorbique, est un dérivé de la famille des hydrates de carbone. Comme le mentionne déjà Herrmann (1979), la teneur en vitamine C dans la tomate dépend fortement du rayonnement lumineux reçu par la plante. Gautier *et al.* (2008) ont montré que la lumière reçue par les fruits durant la maturation accroît la teneur en acide ascorbique de la tomate.

Les teneurs de la tomate en lycopène augmentent fortement de juin à juillet, puis elles se stabilisent ou régressent faiblement jusqu'en septembre. Dans ces conditions, la présence de ce caroténoïde est la plus élevée au 12 juillet dans les variétés T 44076 (5,7 mg/100 g MF) puis Altess, Treasury et Plaisance (env. 5,2 mg/100 g MF). Elles sont les plus faibles chez RZ 72-470 (3,8 mg/100 g MF). A cette date, les teneurs en lycopène des différentes variétés sont corrélées positivement avec la note d'homogénéité de la coloration externe des tomates ($r = 0,71$). Cette corrélation ne se vérifie pas lors des deux autres analyses de juin et de septembre.

Les teneurs en β -carotène augmentent faiblement de juin à juillet, puis elles se stabilisent de juillet à septembre. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées chez les variétés T44076 (0,52 mg/100 g MF) et Climberley (0,49 mg/100 g MF). Les teneurs sont proches de 0,40 mg/100 g MF pour les autres variétés.

Le lycopène et le β -carotène sont tous deux des caroténoïdes, principaux pigments de la tomate. Le lycopène représente 50-80% et le β -carotène 2-7% des substances pigmentaires de la tomate (Petro-Turza, 1987). La synthèse de ces deux substances dépend entre autres de la température et de la lumière interceptée par les fruits durant la maturation (Gautier, 2008). La synthèse du lycopène est freinée lors de températures

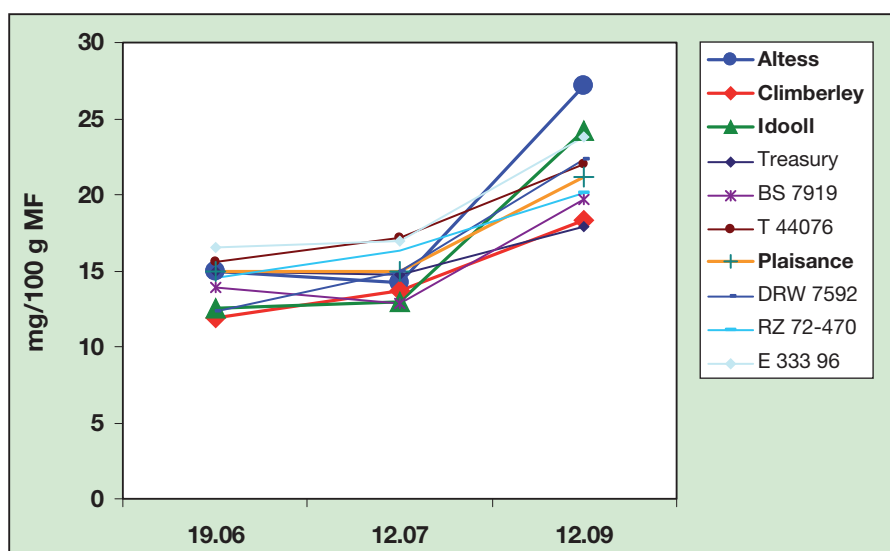


Fig. 4. Teneurs en vitamine C de dix variétés de tomate à grappes cultivées à basse température en 2007.

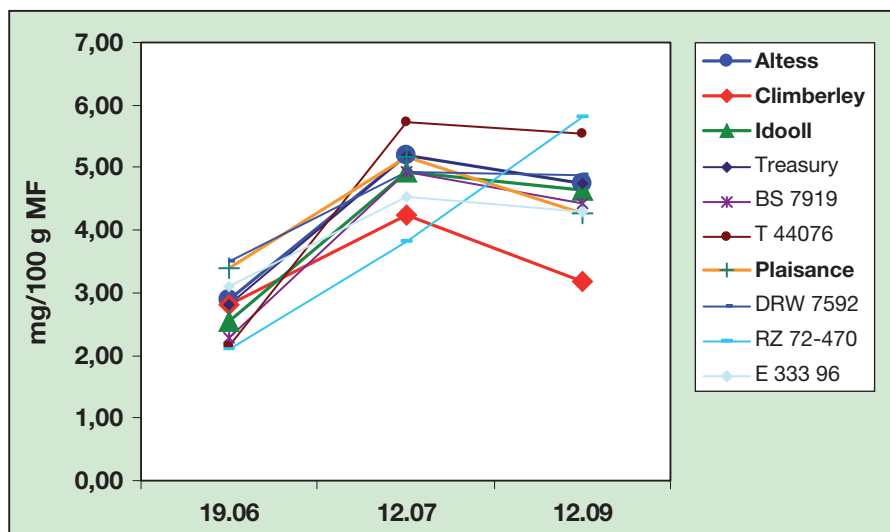


Fig. 5. Teneurs en lycopène de dix variétés de tomate à grappes cultivées à basse température en 2007.

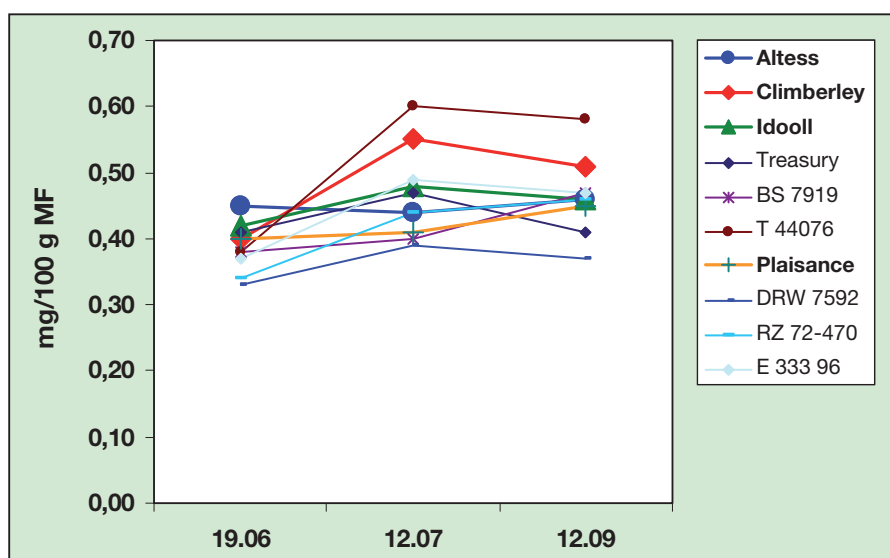


Fig. 6. Teneurs en β -carotène de dix variétés de tomate à grappes cultivées à basse température en 2007.

supérieures à 30 °C – les fruits montrent alors des insuffisances en pigments rouges et des taches jaunissantes – et lors de températures inférieures à 15 °C. La biosynthèse du β -carotène est inhibée au-dessus de 40 °C; les fruits montrent alors des taches blanchissantes (Grasselly *et al.*, 2000).

Conclusions

- ❑ Les variétés Plaisance, Climberley, Altess et Idooll greffées sur Maxifort sont performantes en culture hors sol en conditions de basse température. Plaisance tend à être la plus précoce. Climberley offre le meilleur compromis rendement-qualité gustative. C'est la variété la plus appréciée des consommateurs.
- ❑ La réduction des températures ne devrait pas avoir lieu avant la floraison du 3^e bouquet (courant de mars dans les conditions de l'essai), afin de limiter les risques de malformation des grappes («gros 1^{er} fruit», hétérogénéité des calibres et ramification des grappes).
- ❑ La vitamine C et les caroténoïdes (lycopène et β -carotène) présentent des variations saisonnières. Les variétés Altess, Idooll et E33396 ont fourni les teneurs les plus élevées en vitamine C, tandis que T44076 montrait les teneurs les plus élevées en caroténoïdes.

Remerciements

L'Institut suisse des vitamines à Epalinges, Lausanne est remercié pour sa contribution généreuse aux analyses des vitamines des échantillons de tomate.

Bibliographie

- Bui M. H., Granges A. & Produit V., 1995. Vitamines antioxydantes dans les tomates, in *Qualité des tomates: une comparaison des types traditionnels, mid life et long life*. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (5), p. 278.
- Calvert A., 1969. Studies on the post-initiation development of flower buds of tomato. *J. Hort. Sci.* **44**, 117-126.
- Elings A., Kempkes F. L. K., Kaarsemaker R. C., Ruijs M. N. A., van de Braak N. J. & Dueck T. A., 2005. The energy balance and energy-saving measures in greenhouse tomato cultivation. *Acta Hort.* **691** (1), 67-74.
- Gautier H., Diakou-Verdin V., Bénard C., Reich M., Buret M., Bourgaud F., Poessel J. L., Caris-Veyrat C. & Génard M., 2008. How Does Tomato Quality (Sugar, Acid, and Nutritional Quality) Vary with Ripening Stage, Temperature, and Irradiance? *J. Agric. Food Chem.* **56**, 1241-1250.

Summary

Soilless truss tomato varieties cultivated under low temperature conditions: agronomic, analytical and sensory values

Two trials of soilless truss tomato crops were realized in a glasshouse under low temperature conditions. Twelve varieties were examined in 2006 and ten in 2007. The behaviour of plants, the yield and the external, analytical and sensory quality of the tomato varieties under these conditions were analysed. Deformations of the trusses were recorded particularly during the first two months of harvest when the low temperature regime began before the bloom of the 3rd truss. The varieties Plaisance, Climberley, Altess and Idooll grafted on Maxifort performed best under these conditions. Climberley offered also the best compromise yield-sensory quality. This variety was also most appreciated by the consumers. Vitamin C and carotenoid showed variety and seasonal variations.

Key words: low temperature, truss tomato varieties, agronomic values, external quality, analytical and sensory quality.

Zusammenfassung

Hors-sol Traubentomatenanbau bei niedrigen Temperaturen im Glashaus: agronomische, analytische und Geschmackswerte der Sorten

Zwei Versuche mit Traubentomaten in Hors-sol Anbau bei niedriger Temperatur sind in einem Glashaus durchgeführt worden. Im 2006 sind zwölf und im 2007 zehn Sorten geprüft worden. Fälle an Traubenmissbildung sind besonders während den ersten zwei Erntemonate aufgetreten, wenn das Niedrig-Temperaturregime vor der Blüte des 3. Strausses begann. Die Sorten Plaisance, Climberley, Altess und Idooll auf Maxifort veredelt, sind unter diesen Bedingungen am leistungsfähigsten. Climberley bildete den besten Kompromiss zwischen Ertrag und Geschmacksqualität. Sie war die von den Konsumenten am meisten geschätzte Sorte. Vitamin C und Carotinoide zeigten Sorten- und Saisonschwankungen auf.

Riassunto

Pomodoro a grappolo coltivato in coltura idroponica a basse temperature: valori agronomici, analitici e gustativi delle varietà

Due prove varietali di pomodoro a grappolo in coltura idroponica sono state realizzate in una serra in condizioni di basse temperature. Dodici varietà sono state esaminate nel 2006 e dieci nel 2007. Nel presente articolo sono presentati i risultati relativi al comportamento delle piante, la resa oltre che alla qualità esteriore, analitica e gustativa delle varietà in queste condizioni. Casi di malformazione dei grappoli sono stati registrati in particolare nel corso dei primi due mesi di raccolta, quando il regime a bassa temperatura è installato prima della fioritura del 3° grappolo. Le varietà Plaisance, Climberley, Altess e Idooll, innestate su Maxifort, sono state le più performanti in queste condizioni. Climberley offre il miglior compromesso tra qualità e resa oltre ad essere la meglio apprezzata dai consumatori. La vitamina C e i carotinoidi mostrano delle variazioni tra varietà e tra stagioni.

- Granges A., Azodanlou R., Couvreur F. & Reuter E., 2000. Méthodes de culture et qualité organoleptique de tomates cultivées en serre et en plein champ. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **32** (3), 175-180.
- Granges A., Azodanlou R. & Tschabold J. L., 2001. Le goût de la tomate: influence de la variété sur la qualité organoleptique. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **33** (3), 153-159.
- Granges A. & Deprez A., 2002. Variations annuelles de la qualité organoleptique de la tomate: appréciation des consommateurs. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **34** (4), 219-222.
- Granges A., Gunther V., Deprez A., Dalin J. & Verzaux E., 2003. Mesure de la qualité organoleptique des tomates. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (6), 371-377.

- Grasselly D., Navez B. & Letard M., 2000. Tomato: pour un produit de qualité. Les éditions du CTIFL, Paris, 222 p.
- Herrmann K., 1979. Übersicht über die Inhaltsstoffe der Tomaten. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **169**, 179-200.
- Le Quillec S., Brajeul E., Lesourd D., Loda D., Grisey A., Grasselly D., Rosso L., Margaron I., Holgard S. & Marlier P., 2007. Maîtrise de l'énergie en culture hors sol sous serre: l'intégration de la température sur 24 heures. *Infos CTIFL* **229**, 36-42.
- Petro-Turza M., 1987. Flavors of tomato and tomato products. *Foods Reviews International* **2** (3), 309-351.
- Wacquant C., Zuang H., Baille A., Dumoulin J. & Trapateau M., 1995. Maîtrise de la conduite climatique. Tomate sous serre et abris en sol et hors sol. Les éditions du CTIFL, Paris, 127 p.