

INFLUENCE DU LIEU DE CULTURE ET DE LA VARIÉTÉ SUR LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE LA POMME DE TERRE AU CAMEROUN

S. TRECHE*
T. AGBOR EGBE*

RESUME

Des échantillons de tubercules de pomme de terre appartenant à 19 variétés différentes cultivées sur 4 stations situées entre 400 et 1600 mètres d'altitude dans l'Ouest-Cameroun sont analysés.

Le lieu de culture est responsable de variations importantes de teneur en matière sèche, amidon, protéines brutes, cendres, calcium et phosphore ; les différences intervariétales sont plus faibles et n'affectent que les teneurs en matière sèche, amidon, cendres et calcium.

La plupart des teneurs en nutriments exprimées par rapport à la matière sèche étant fortement corrélées à la teneur en matière sèche des tubercules, cette dernière variable suffit à expliquer une grande partie de la variabilité intersite.

Des équations de régression simple ou multiple valables pour les zones écologiques considérées, permettent d'estimer certains paramètres importants de la valeur nutritionnelle à l'aide de données facilement mesurables (poids moyen du lot de tubercules, teneur en matière sèche).

ABSTRACT

Tuber samples of Irish potato, belonging to 19 different varieties and cultivated on 4 localities situated at altitudes between 400 and 1600 m in Western Cameroon, were analysed.

The site of cultivation was responsible for important variations in dry matter, starch, crude protein, ash, calcium and phosphorous contents. Intervarietal differences were smaller and only affected dry matter, starch, ash and calcium contents.

When expressed on dry weight basis, most nutrient contents were highly correlated to the dry matter content of tubers. Consequently, the variation in dry matter content was enough to explain a great part of the variability between locations.

Simple or multiple regressions, valid for ecological zones considered, permitted estimates of certain important parameters of the nutritional value, using easily measurable data (average weight of tubers, dry matter content).

INTRODUCTION

En zone tempérée, l'influence du lieu de culture sur la composition chimique des tubercules de pomme de terre a fait l'objet de nombreuses études. BURTON et WILSON (1970) au Royaume-Uni ont montré que la latitude du champ d'expérimentation influait sur les teneurs en sucres ; LARSSON et al. (1979) en Suède,

* Laboratoire d'Etudes des aliments — Centre de Nutrition BP 6163 — Yaoundé Etude réalisée dans le cadre des accords entre le MESRES et l'ORSTOM.

VAKIS (1978) à Chypre ont mis en évidence que le lieu de culture était un facteur de variation plus important que la variété pour la teneur en matière sèche et les teneurs en glucides de faible poids moléculaire ; IRITANI et WELLER (1977), SOWOKINOS (1978), FAULKS et GRIFFITHS (1983) ont insisté sur le fait que les différences observées pouvaient se répercuter sur l'aptitude à la conservation, certaines propriétés physiques au cours des transformations technologiques et l'acceptabilité de produits comme la purée ou les chips.

En zone tropicale, l'altitude en faisant varier la température qui est un facteur déterminant au moment de la tubérisation (HAY et ALLEN, 1978 ; MENZEL, 1981) et qui influe sur les réactions de la photosynthèse (SMILLIE et *al.*, 1983) joue un rôle important. L'Institut de la Recherche Agronomique (IRA) du Cameroun ayant entrepris des essais en vue de juger de l'adaptabilité d'une vingtaine de variétés aux conditions écologiques liées à l'altitude des champs d'expérimentation, nous avons étudié simultanément les variations de composition chimique des tubercules.

Compte tenu de l'existence d'une variabilité inter-site et intervariétale, nous avons recherché les corrélations entre les différentes variables en vue d'établir des relations permettant d'estimer rapidement les principaux paramètres de la valeur nutritionnelle de tubercules cultivés dans des conditions écologiques peu différentes de celles prises en considération dans les essais agronomiques de l'I.R.A.

MATERIELS ET METHODES

Variétés et lieux de culture

19 variétés cultivées dans 4 localités différentes (Modellé, 400 m d'altitude ; Befang, 700 m ; Babungo, 1176 m ; Bambui, 1600 m) ont servi aux analyses.

Pour chaque variété et chaque lieu de culture un échantillon de 10 tubercules nous a été fourni par les chercheurs de l'I.R.A.

Les quantités reçues ne nous ont pas permis d'effectuer l'ensemble des analyses sur tous les échantillons.

4 variables (poids moyen des tubercules, rendement à l'épluchage, teneur en matière sèche et en protéines brutes) ont été enregistrées pour les quatre sites sur 17 variétés (REGALE, 720057/CEX 691, 720045/ADZIMBA, ISNA, 573275/ASN 691, CLAUSTA, CONDEA, DATURA, LOCAL BAMBILI, SPUNTA, 800212/ BR 635, 720084, DESIRE, 277851/7, AULA, PALMA, COSIMA). La détermination plus complète de la composition chimique n'a pu se faire que sur 19 variétés (2407/ EX SANTA et IRENE en plus des variétés déjà citées) cultivées à Befang, Babungo et Bambui.

Conditionnement des échantillons

Les échantillons choisis parmi les tubercules récoltés le 23 août 1983 sont parvenus au laboratoire dans les 48 heures. Chaque lot de 10 tubercules a été pesé, épluché à la main, repesé pour calculer le rendement à l'épluchage, et découpé en petits dés. Une partie a servi à la détermination de la teneur en matière sèche par dessiccation en étuve à 104°C pendant 48 h ; le reste a été congelé avant d'être séché en étuve à vide à une température inférieure à 60°C et broyé dans un broyeur à percussion de type DANGOUMILL 300.

Techniques d'analyse

Sur les poudres obtenues après broyage, on a déterminé :

- les teneurs en matière sèche, cendres, et protéines brutes (N x 6,25) suivant les méthodes officielles d'analyses ;

- la teneur en amidon par la méthode polarimétrique d'EWERS (ISO/TC. 1966) ;
- la teneur en glucides solubles dans l'alcool à 80°GL après deux extractions à chaud et une à froid par la méthode colorimétrique à l'antrone de HODGE et HOFREITER (1962) ;
- le glucose libre, le saccharose et le fructose total dans l'extrait alcoolique à 80°GL selon les méthodes proposées par JOHNSON et *al.* (1964) ;
- l'indigestible glucidique par la technique de GUILLEMET et JACQUOT (1943) ;
- le Calcium en utilisant un photomètre de flamme (GUEGUEN et ROMBAUTS: 1961) ;
- le Phosphore par la méthode colorimétrique au phosphovanadomolybdate d'ammonium (STUFFINS, 1967).

La valeur énergétique utile en kilocalories des tubercules a été calculée à partir des coefficients de MERRIL et WATT (1955) en prenant comme teneur moyenne en lipides 0,5 pour cent.

Méthodes d'analyses statistiques (SNEDECOR et COCHRAN, 1971)

La signification des différences entre lieux de culture et variétés a été déterminée par calcul du F de Fischer et de la plus petite différence significative (analyse de variance dans une classification à deux voies).

Les liaisons entre variables ont été étudiées par le calcul des coefficients de corrélation simple, des coefficients de corrélation partiels pour une ou deux variables constantes et des coefficients de corrélation multiple dans le cas des régressions multiples.

Le test F des moyennes ajustées après analyse de la covariance a permis de mettre en évidence les différences qui restent significatives après que l'on ait tenu compte pour chaque variable étudiée de la part de variabilité liée aux variations de la teneur en matière sèche.

RESULTATS ET DISCUSSION

Influence du lieu de culture sur la composition chimique des tubercules

Les résultats donnés dans le tableau 1 montrent qu'il existe pour chaque variable des différences significatives entre les moyennes obtenues par site à l'exception de la teneur en glucides alcoolosolubles et de la teneur en indigestible glucidique lorsqu'elle est ramenée à la matière brute. La proportion de glucides membranaires dans la matière brute serait donc constante, à l'inverse de la plupart des autres nutriments, quelle que soit la teneur en eau des tubercules.

Les différences observées entre les deux stations situées à plus de 1000 m d'altitude sont beaucoup moins nettes que celles mises en évidence entre ces deux stations et celles situées aux altitudes inférieures.

Pour certains paramètres de la valeur nutritionnelle que l'on pourrait qualifier de «qualitatif» (teneur de la matière sèche en protéines brutes et en éléments minéraux), les valeurs obtenues dans les stations de basse altitude sont supérieures. Par contre pour les paramètres «quantitatifs» (teneur en matière sèche, en énergie utile, en amidon) les résultats sont nettement meilleurs dans les stations d'altitude élevée.

Tableau 1 : Influence du lieu de culture sur la composition chimique des tubercules de pomme de terre.

Site		Modelle (400 m alt.)	Befang (700 m alt)	Babungo (1180 m alt)	Bambui (1600 m alt)	Nombre de variétés	Niveau de signi- fication
Rendement à l'épluchage %		72,8 ± 1,5 ^a	74,6 ± 0,9 ^{ab}	77,7 ± 1,1 ^b	77,9 ± 1,7 ^b	17	p < 0,01
Matière sèche	(1)	15,4 ± 0,4 ^a	15,4 ± 0,3 ^a	19,6 ± 0,5 ^b	19,9 ± 0,3 ^b	17	p < 0,001
Protéines brutes	(1)	2,09 ± 0,05 ^a	1,92 ± 0,04 ^b	2,04 ± 0,06 ^a	1,84 ± 0,04 ^b	17	p < 0,05
	(2)	13,7 ± 0,5 ^a	12,6 ± 0,3 ^b	10,5 ± 0,4 ^c	9,2 ± 0,3 ^d	17	p < 0,05
Cendres	(1)	N.D.	0,82 ± 0,02 ^a	0,86 ± 0,03 ^a	0,74 ± 0,02 ^b	19	p < 0,001
	(2)	N.D.	5,34 ± 0,15 ^a	4,34 ± 0,17 ^b	3,68 ± 0,11 ^c	19	p < 0,001
Calcium	(3)	N.D.	5,53 ± 0,30 ^a	5,21 ± 0,26 ^a	3,47 ± 0,23 ^b	19	p < 0,001
	(4)	N.D.	35,7 ± 1,8 ^a	26,9 ± 1,8 ^b	17,4 ± 1,2 ^c	19	p < 0,001
Phosphore	(3)	N.D.	37,6 ± 2,8 ^a	27,3 ± 1,8 ^b	21,4 ± 1,4 ^c	19	p < 0,05
	(4)	N.D.	242 ± 18 ^a	139 ± 9 ^b	107 ± 8 ^c	19	p < 0,05
Indigestible glucidique	(1)	N.D.	0,63 ± 0,02	0,65 ± 0,03	0,64 ± 0,02	19	N.S.
	(2)	N.D.	4,07 ± 0,12 ^a	3,36 ± 0,16 ^b	3,19 ± 0,09 ^b	19	p < 0,001
Amidon	(1)	N.D.	10,8 ± 0,3 ^a	15,0 ± 0,5 ^b	15,3 ± 0,4 ^b	19	p < 0,001
	(2)	N.D.	69,3 ± 0,7 ^a	75,7 ± 0,8 ^b	76,3 ± 1,2 ^b	19	p < 0,001
Glucides	(1)	N.D.	0,12 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,13 ± 0,02	19	N.S.
Alcoolosolubles	(2)	N.D.	0,78 ± 0,12	0,82 ± 0,12	0,65 ± 0,10	19	N.S.
Glucose libre	(2)	N.D.	0,037	0,051	0,070	19	N.D.
Saccharose	(2)	N.D.	0,23	0,23	0,14	19	N.D.
Fructose	(2)	N.D.	0,30	0,35	0,23	19	N.D.
Energie utile	(5)	N.D.	57,1 ± 1,0 ^a	73,7 ± 1,6 ^b	76,0 ± 1,0 ^b	19	p < 0,001

Moyenne ± écart-type de la moyenne

N.S. : non significatif – N.D. : non déterminé

(1) en g. P. 100 g. de matière brute comestible

(2) en g.p. 100 g. de matière sèche comestible

(3) en mg. p. 100 g. de matière brute comestible

(4) en mg. p. 100 g. de matière sèche comestible

(5) en kcal. p. 100 g. de matière brute comestible

Pour chaque variable les moyennes non suivies d'une même lettre sont significativement différentes au niveau indiqué..

Les valeurs obtenues pour la teneur en matière sèche à Modelle et Befang sont voisines de celles données par MENZEL (1984) pour les basses terres tropicales australiennes.

Il est à signaler, par ailleurs que le poids moyen des tubercules en provenance de Modelle (12,2 g) était très nettement inférieur à celui des tubercules échantillonnés à Befang (62,6 g), Babungo (70,6 g) et Bambui 73,9 g).

Différences intervariétales de composition chimique

Les résultats reportés dans les tableaux 2 et 3 montrent que des différences intervariétales significatives ne s'observent que sur les teneurs en matière sèche,

cendres, calcium, amidon et sur le contenu énergétique de la matière brute. Il est probable que si le dispositif avait prévu un plus grand nombre de sites avec plusieurs répétitions dans chaque site, l'analyse de variance aurait permis de mettre en évidence non seulement des différences intervariétales plus marquées mais aussi une interaction entre le site et la variété indiquant d'une adaptation différente des variétés à chaque site.

Les valeurs obtenues sont légèrement inférieures (matière sèche, calcium), comparables (phosphore, cendres, amidon) ou supérieures (protéines brutes) à celles données par les auteurs pour les tubercules cultivés en zone tempérée (TOMA et *al.*, 1978 ; LARSSON et *al.*, 1979 ; ORPHANOS, 1980).

Tableau 2. Teneurs en matière sèche, énergie utile, protéines brutes, cendres, calcium et phosphore des différentes variétés

	Matière sèche (1)	Energie utile (2)	Protéines brutes		Cendres		Calcium		Phosphore	
			(1)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(6)	(7)
REGALE	17,5	68,5	2,12	12,4	0,77	4,27	5,16	28,6	18,0	102
720057/CEX691	16,8	62,9	2,06	12,4	0,87	5,20	5,23	31,7	22,5	138
720045/ADZIMBA	18,1	71,0	1,94	11,1	0,73	3,97	4,06	22,3	25,1	139
ISNA	17,2	67,7	2,17	13,1	0,92	5,10	4,41	25,1	34,0	183
573275/ASN 691	17,7	70,2	2,01	11,8	0,85	4,67	4,09	22,3	40,5	231
CLAUSTA	16,8	65,7	1,91	11,6	0,79	4,50	3,96	22,8	39,9	233
CONDEA	17,3	67,3	1,95	11,4	0,89	5,00	4,87	27,6	38,2	223
DATURA	17,7	69,3	2,03	11,7	0,78	4,33	4,72	26,3	23,4	134
LOCAL BAMBILI	18,2	71,1	1,97	11,0	0,80	4,30	4,74	26,0	31,5	173
SPUNTA	17,7	68,6	1,74	10,1	0,73	4,07	5,03	28,6	26,8	150
800212/BR635	17,6	66,9	1,81	10,4	0,82	4,00	4,06	22,5	26,4	157
720084	19,1	71,7	1,93	10,1	0,80	4,23	5,35	28,3	28,4	152
DESIRE	16,0	63,9	1,87	12,2	0,71	4,27	4,79	29,8	30,1	193
277851/7	15,9	60,4	1,85	11,9	0,96	5,93	6,79	42,0	20,7	131
AULA	19,5	79,2	2,00	10,6	0,80	3,97	5,36	27,4	27,1	135
PALMA	17,2	68,2	2,03	12,0	0,74	4,17	4,59	26,3	26,9	152
COSIMA	18,7	71,1	2,08	11,4	0,78	4,20	3,59	20,1	27,8	153
2407/EX SANTA	(19,9)	74,9	(2,16)	(11,0)	0,73	3,70	5,83	30,1	31,9	168
IRENE	(19,1)	71,2	(2,14)	(11,3)	0,87	4,57	3,40	18,1	26,9	147
MOYENNE	17,6	68,9	1,97	11,5	0,81	4,45	4,73	26,7	28,8	163
Plus petite différence significative au niveau 5 %	1,6	6,3	N.S	N.S	0,11	0,26	1,65	9,6	N.S	N.S

(1) en g. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 4 sites sauf pour les valeurs entre parenthèses)

(2) en kcal. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(3) en g. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 4 sites sauf pour les valeurs entre parenthèses)

(4) en g. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(5) en g. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(6) en mg. p. 100 g. de matière brute comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

(7) en mg. p. 100 g. de matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

N.S. : non significatif

Tableau 3. Teneur en glucides des différentes variétés

	Indigestible glucidique		Amidon		Glucides alcoolosolubles		Saccho-rose	Glucose libre	Fructose total
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)
REGALE	0,67	3,7	13,8	75,0	0,21	1,14	0,22	0,22	0,50
720057/CEX 691	0,64	3,8	14,2	72,5	0,17	0,98	0,40	0,05	0,37
720045/ADZIMBA	0,60	3,3	14,2	75,3	0,12	0,63	0,21	0,05	0,13
ISNA	0,69	3,8	13,5	73,6	0,29	1,64	0,60	0,28	0,56
573275/ASN 691	0,57	3,1	14,6	77,3	0,07	0,37	0,02	traces	0,18
CLAUSTA	0,69	3,9	13,0	73,9	0,14	0,77	0,07	0,17	0,23
CONDEA	0,62	3,5	12,9	71,5	0,19	1,03	0,51	0,03	0,40
DATURA	0,61	3,4	14,0	75,2	0,13	0,68	0,23	0,02	0,29
LOCAL BAMBILI	0,60	3,2	14,2	74,5	0,18	0,94	0,36	0,03	0,38
SPUNTA	0,61	3,4	13,5	73,6	0,06	0,32	0,03	traces	0,08
800212/BR 635	0,53	3,0	13,2	73,5	0,10	0,54	0,17	0,02	0,20
720084	0,67	3,5	14,6	76,7	0,08	0,39	0,05	0,02	0,09
DESIRE	0,60	3,6	13,1	75,1	0,16	0,90	0,26	0,01	0,40
277851/7	0,65	4,0	10,9	66,3	0,23	1,41	0,26	0,04	0,78
AULA	0,64	3,1	16,6	78,5	0,06	0,29	0,02	traces	0,07
PALMA	0,70	4,0	12,7	69,3	0,13	0,71	0,12	0,02	0,29
COSIMA	0,64	3,5	14,3	74,4	0,08	0,39	0,12	0,03	0,13
2407/EX SANTA	0,68	3,5	14,7	73,6	0,10	0,50	0,10	traces	0,17
IRENE	0,76	4,1	13,8	71,9	0,11	0,58	0,08	0,01	0,2
MOYENNE	0,64	3,5	13,7	73,8	0,14	0,75	0,20	0,05	0,29
Plus petite différence significative au niveau 5 %	N.S.	N.S.	1,9	5,4	N.S.	0,62	N.D.	N.D.	N.D.

(1) en g. p. 100 g. matière brute comestible (Moyennes obtenus 3 sites)

(2) en g. p. 100 g. matière sèche comestible (Moyennes obtenues sur 3 sites)

N.S. : non significatif - N.D. : non déterminé.

Liaisons entre les variables étudiées

Les coefficients de corrélation entre les quatre variables mesurées sur les échantillons provenant des quatre lieux de culture sont significatifs au niveau 1 pour cent. (Tableau 4).

Tableau 4. Coefficients de corrélation entre les 4 variables mesurées sur les 4 lieux de culture et pour 17 variétés

Teneur en matière sèche	- 0,83		
Rendement à l'épluchage	- 0,48	+ 0,34	
Poids moyen des tubercules	- 0,55	+ 0,50	+ 0,47
	Teneur en protéines brutes (% M.S.)	Teneur en matière sèche	Rendement à l'épluchage

En raison des écarts importants observés sur le poids moyen des tubercules, nous avons calculé, pour cette variable constante, les coefficients de corrélation partiels entre les trois autres : la teneur en protéines brutes reste corrélée à la teneur en matière sèche ($r = -0,77$; $p < 0,01$) et le rendement à l'épluchage ($r = -0,30$; $p < 0,05$). Compte tenu de ces liaisons, des équations de régression peuvent être proposées pour estimer de façon rapide la teneur en protéines brutes (Pb) de tubercules cultivés entre 400 et 1600 mètres d'altitude dans des zones d'écologie peu différentes de celles des stations choisies à partir de la teneur en matière sèche (Ms) et du rendement à l'épluchage (Re) :

$$Pb = 24,1 - 0,72 Ms \text{ (69 \% de la variance expliquée)}$$

$$Pb = 29,5 - 0,086 Re - 0,65 Ms \text{ (73 \% de la variance expliquée)}$$

A partir des résultats obtenus sur les tubercules provenant des 3 stations d'altitude les plus élevées on montre que le contenu énergétique (En) de la matière brute comestible est fortement corrélé à la teneur en matière sèche ($r = +0,998$), la teneur en protéines brutes ($r = -0,79$) et la teneur en cendres ($r = -0,83$). La régression simple sur la teneur en matière sèche (Ms) suffit à expliquer 99,7 % de sa variance :

$$En = 4,068 Ms - 6,01$$

Le tableau 5 permet de mettre en évidence de nombreuses corrélations significatives entre les variables prises deux à deux. Toutefois en calculant les coefficients de corrélation partiels à teneur en matière sèche constante et/ou poids moyen des tubercules constants on s'aperçoit que seules quelques liaisons persistent lorsqu'on tient compte de la variabilité liée à ces deux variables (teneur en cendres/teneurs en glucides alcoolosolubles, calcium et protéines brutes ; teneur en amidon/teneur en indigestible glucidique).

Tableau 5. Coefficients de corrélation entre le poids moyen des tubercules, leur rendement à l'épluchage, leur teneur en matière sèche et différentes teneurs en nutriments exprimées par rapport à la matière sèche mesurés sur 9 variétés cultivées sur les 3 stations situées entre 700 et 1600 m d'altitude

Teneur en phosphore	a	n.s.						
	b	n.s.						
	c	n.s.						
Teneur en calcium	a	+0,33	+0,46					
	b	+0,27	n.s.					
	c	n.s.	n.s.					
Teneur en cendres	a	+0,41	+0,62	+0,70				
	b	+0,42	n.s.	+0,36				
	c	+0,36	n.s.	+0,30				
Teneur en indigestible glucidique	a	n.s.	+0,46	+0,51	+0,66			
	b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
	c	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.			
Teneur en protéines brutes	a	n.s.	+0,55	+0,62	+0,74	+0,63		
	b	n.s.	n.s.	n.s.	+0,32	n.s.		
	c	n.s.	n.s.	n.s.	+0,29	n.s.		
Teneur en amidon	a	-0,32	-0,46	-0,60	-0,70	-0,74	-0,66	
	b	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,44	n.s.	
	c	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-0,50	n.s.	
Rendement à l'épluchage	a	-0,32	n.s.	-0,31	-0,30	n.s.	-0,27	+0,33
	b	-0,29	n.s.	-0,27	-0,26	n.s.	n.s.	+0,31
	c	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Poids moyen des tubercules	a	-0,38	n.s.	-0,37	-0,32	n.s.	n.s.	+0,42
	b	-0,35	n.s.	-0,32	-0,27	n.s.	n.s.	+0,38

Teneur en matière sèche	a	n.s.	-0,67	-0,68	-0,80	-0,70	-0,77	+0,77	n.s.	n.s.
	d	n.s.	-0,66	-0,67	-0,79	-0,70	-0,76	+0,77	n.s.	
		Teneur en glucides des alcoolosolubles	Teneur en phosphore	Teneur en calcium	Teneur en cendres	Teneur en indigestibles glucidique	Teneur en protéines brutes	Teneur en Amidon	Rendement à l'épluchage	Poids moyen des tubercules

n.s. : non significatif

a : coefficient de corrélation simple

b : coefficient de corrélation partiel à teneur en matière sèche constante

c : coefficient de corrélation partiel à teneur en matière sèche et poids moyen des tubercules constants.

d : coefficient de corrélation partiel à poids moyen des tubercules constants.

Seuils de signification : 0,26 à 5 p. 100

0,34 à 1 p. 100

0,44 à 1 p. 1000

Des équations de régression simple ou multiple valables pour des tubercules cultivés dans des zones d'écologie peu différentes situées entre 700 et 1600 mètres d'altitude permettent de préciser les relations entre certaines variables et d'estimer certains paramètres de la valeur nutritionnelle :

● La teneur en amidon (Am) peut être estimée à partir de la teneur en matière sèche (Ms) et du poids moyen des tubercules (Pmt) :

$$AM = 43,9 + 1,44 Ms + 0,048 Pmt \text{ (66,1 \% de la variance expliquée)}$$

● La teneur en indigestible glucidique (Ig) est liée à la teneur en matière sèche (Ms) et en amidon (Am) par :

$$Ig = 9,88 - 0,087 Ms - 0,0642 Am \text{ (58,8 \% de la variance expliquée)}$$

● La teneur en calcium (Ca) peut être estimée à partir des teneurs en matière sèche (Ms), cendres (Ce) et du poids moyen des tubercules (Pmt) :

$$Ca = 40,5 - 0,066 Pmt - 1,48 Ms + 4,02 Ce \text{ (56,3 \% de la variance expliquée)}$$

● La teneur en protéines brutes (Pb) est liée à la teneur en matière sèche (Ms) et à la teneur en cendres (Ce) par :

$$Pb = 30,0 - 1,07 Ms \text{ (59 \% de la variance expliquée)}$$

$$Pb = 14,4 - 0,36 Ms + 0,65 Ce \text{ (63 \% de la variance expliquée)}$$

La teneur en protéines brute si elle reste fortement liée à la teneur en matière sèche n'est plus corrélée au rendement à l'épluchage lorsque seules les trois stations d'altitude les plus élevées sont prises en compte. Ceci peut s'expliquer en considérant qu'il doit exister des gradients concentriques de teneur en protéines dans les tubercules et que seuls ceux provenant de la station la plus basse ont un rendement à l'épluchage significativement différent susceptible d'influer sur la teneur en protéines brutes.

Par ailleurs il est à noter que les corrélations entre le poids moyen des tubercules d'une part et la teneur en matière sèche et la teneur en protéines brutes d'autre part ne sont significatives que lorsque l'on prend en considération les résultats obtenus sur les 4 stations : le faible écart entre le poids moyen des tubercules provenant des trois stations les plus élevées ne permet plus de mettre en évidence ces liaisons particulièrement nettes lorsqu'on utilise des lots homogènes de tubercules de différents calibres (ALLEN et WURR, 1976 ; SNYDER et *al.*, 1977 ; IFENKWE et ALLEN, 1978).

Par contre la corrélation entre teneur en amidon et poids moyen des tubercules (SNYDER et *al.*, 1977) est significative même si l'on élimine la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche.

L'importance des corrélations entre la teneur en matière sèche et les teneurs en différents nutriments de la matière sèche nous a conduit à rechercher si, pour ces dernières variables, le fait d'éliminer la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche en utilisant l'analyse de covariance modifiait la signification des écarts observés (Tableau 6). Des différences significatives entre sites ne subsistent que pour les teneurs en cendres, en éléments minéraux et en protéines brutes (les moyennes ajustées à teneur en matière sèche constante, pour cette dernière variable sont respectivement 12,2 %, 11,1 %, 11,9 % et 10,8 % dans les tubercules récoltés dans les 4 stations prises dans l'ordre d'altitude croissante). L'effet sur la signification des différences intervariétales est beaucoup moins important sauf pour la teneur en amidon.

Tableau 6. Comparaison des valeurs du F de Fischer obtenues dans l'analyse de variance classique et dans l'analyse de la covariance visant à éliminer la variabilité liée aux variations de teneur en matière sèche

Source de variation	SITE		VARIETES		
	Test F des	moyennes	moyennes ajustées	moyennes	moyennes ajustées
Protéines brutes		40,1	5,83	1,70	1,69
Amidon		27,6	0,01	2,17	1,66
Indigestible glucidique		15,1	0,77	1,11	1,19
Cendres		83,3	14,5	5,49	3,55
Calcium		28,5	11,5	1,94	1,99
Phosphore		42,2	4,4	1,70	1,63
Seuil de signification au niveau 5 %	a	2,80	2,81	1,86	1,87
	b	3,27	3,28	1,91	1,92

a : pour la variable protéines brutes
b : pour les 5 autres variables.

CONCLUSION

Les variations de conditions écologiques liées à l'altitude des stations expérimentales sont responsables de différences importantes de composition chimique entre les tubercules. La variabilité intervariétale semble moins importante mais le plan d'échantillonnage adopté ne pouvait permettre de mettre en évidence ni des faibles différences entre variétés ni une éventuelle interaction entre le site et la variété.

La teneur en matière sèche, fortement influencé par le lieu de culture, est corrélée de façon hautement significative aux teneurs en nutriments exprimées sur la base du poids sec. Il est donc possible d'estimer rapidement certains paramètres importants de la valeur nutritionnelle pour des lots de tubercules cultivés dans des zones écologiques peu différentes de celles étudiées, par des équations de régression simple sur la teneur en matière sèche ou des équations de régression multiple en utilisant également comme variables explicatives le poids moyen des tubercules et leur rendement à l'épluchage.

Il est donc souhaitable que dans les essais d'adaptation de variétés aux conditions écologiques liées à l'altitude sous les tropiques, poids moyen des tubercules, teneur en matière sèche et éventuellement rendement à l'épluchage soient enregistrés en même temps que les données agronomiques (durée du cycle, résistance aux maladies, rendement) de façon à prendre en compte, en utilisant les corrélations mises en évidences, les variations de valeur nutritionnelle.

Remerciements

Les auteurs sont reconnaissants aux chercheurs de la station IRA de Bambui qui leur ont fourni les lots de tubercules à analyser.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEN, E.J. et WURR, D.C.E., 1976 — The relationships between tuber size and tuber concentrations of nitrogen, phosphorous and potassium, *J. Agric. Sci., Camb.*, vol. 86, pp. 503—505.
2. BURTON, W.G. et WILSON, A.R., 1970 — The apparent effect of the latitude of the place of cultivation upon the sugar content of potatoes grown in Great Britain. *Potato Res.*, Vol. 13, pp. 269—283.
3. FAULKS, R.M. et GRIFFITHS, N.M., 1983 — Influence of variety, site and storage on physical, sensory and compositional aspects of mashed potato. *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 34, pp. 979—986.
4. GUEGUEN, L. et ROMBAUTS, P., 1961 — Dosage du Sodium, du Potassium, du Calcium et du Magnésium par spectrophotométrie de flamme dans les aliments, le lait et les excreta. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, Vol. 1, pp. 80—97.
5. GUILLEMET, R. et JACQUOT, R., 1943 — Essai de détermination de l'indigestible glucidique — *C.R. AC. Sci. Paris (Série D)*, Vol. 216, pp. 508—510.
6. HAY, R.K.M. et ALLEN, E.J., 1978 — Tuber initiation and bulking in the potato (*Solanum tuberosum*) under tropical conditions : the importance of soil and air temperature — *Trop. Agric. (Trinidad)*, Vol. 55, pp. 289—295.
7. HODGE, J.E. et HOFREITER, B.T., 1962 — Determination of reducing sugars. Dans *Methods in carbohydrate chemistry*, I, Academic Press, New-York and London, pp. 389—390.
8. IFENKWE, O.P. et ALLEN, E.J., 1978 — Effects of tuber size on dry-matter content of tubers during growth of two maincrop potato varieties. *Potato Res.*, Vol. 21, pp. 105—112.
9. IRITANI, W.M. et WELLER, L.D., 1977 — Changes in sucrose and reducing sugar contents of kennebec and russet burbank tubers during growth and postharvest holding temperatures, *Am. Potato J.*, Vol. 54, pp. 395—404.
10. ISO/TC 93 — doc 99, 1966 — Dosage de l'amidon par extraction et dispersion avec de l'acide chlorhydrique.
11. JOHNSON, G., LAMBERT, C., JOHNSON, D.K., SUNDERWIRTH, S.G., 1964 — Colorimetric determination of glucose, fructose and sucrose in plant material using a combination of enzymatic and chemical methods. *J. Agr. Food Chem.*, Vol. 12, pp. 216—219.

12. LARSSON, K., SOLOMONSSON, A.C., THEANDER, O. et AMAN, O., 1979 — Some studies on carbohydrates in potato tubers. *Potato Res.*, Vol. 22, pp. 345—352.
13. MENZEL, C.M., 1981 — Tuberization in potato at high temperatures : promotion by disbudding. *Ann. Bot.*, Vol. 47, pp. 727—733.
14. MENZEL, C.M., 1984 — Potato as a potential crop for the lowland tropics. *Trop. Agric. (Trinidad)*, Vol. 61, pp. 162—166.
15. MERRIL, A.L. et WATT, B.K., 1955 — Energy value of foods — Basis and derivation. Agric. Handbook No 74, U.S.D.A.
16. ORPHANOS, P.I., 1980 — Dry matter content and mineral composition of potatoes grown in Cyprus. *Potato Res.*, Vol. 23, pp. 371—374.
17. SMILLIE, R.M., HETHERINGTON, S.E., OCHOA, C. et MALAGAMBA, P., 1983 — Tolerances of wild potato species from different altitudes to cold and heat. *Planta*, Vol. 159, pp. 112—118.
18. SNEDECOR, W.G. et COCHRAN, W.G., 1971 — Méthodes statistiques. 6e ed. ACTA, Paris.
19. SNYDER, J., DESBOROUGH, S. et HOLM, D., 1977 — Accumulation of protein, non-protein nitrogen and starch during tuber growth of three potato cultivars — *Am. Potato J.*, Vol. 54, pp. 545—555.
20. SOWOKINOS, J.R., 1978 — Relationship of harvest sucrose content to processing maturity and storage life of potatoes — *Am. potato J.*, Vol. 55, pp. 333—344.
21. STUFFINS, C.B., 1967 — The determination of phosphate and calcium in feedingstuffs. *The Analyst*, Vol. 92, pp. 107—111.
22. TOMA, R.B., AUGUSTIN, J., SHAW, R.L., TRUE, R.H. et HOGAN, J.M., 1978 — Proximate composition of freshly harvested and stored potatoes (*Solanum tuberosum L.*). *J. Food Science*, Vol. 43, pp. 1702—1704.
23. VAKIS, N.J., 1978 — Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 potato cultivars grown under Cyprus conditions. *Potato Res.*, Vol. 21, pp. 171—181.