

FLUIDITE DE L'HUILE PRODUITE PAR DES ARBRES DU SECOND CYCLE DE SELECTION RECCURENTE RECIPROQUE CHEZ LE PALMIER A HUILE (*Elaeis guineensis* JACQ)

A. KOUTOU¹, B. COCHARD² et T. DURAND-GASSELIN³

¹Station de recherche sur le palmier à huile La Mé (CNRA) 13 bp 989 Abidjan 13 Côte d'Ivoire.
Email : kgbadji@yahoo.com

²CIRAD - CP Bât 14 Parc Agropolis 2214 Bd de la Lironde 34980 Montferrie sur Lez France

³Palm Elit SAS. Bât 14 Parc Agropolis- 2214 Bd de la Lironde 34980 Montferrie sur Lez France

RESUME

L'étude de la fluidité de l'huile du Palmier à huile (*Elaeis guineensis*) présente de nombreux intérêts, en particulier pour l'identification des arbres élites qui seront utilisés dans le programme d'amélioration soit par clonage, soit par croisement en vue d'augmenter la fraction d'huile fluide dans le fruit. Dans cette perspective, les indices d'iode des huiles extraites à partir des régimes produits par des arbres du second cycle de sélection récurrente réciproque ont été évalués et comparés à ceux des huiles extraites à partir d'arbres du premier cycle. Les résultats obtenus indiquent que le matériel végétal Deli x La Mé issu du premier cycle de sélection récurrente réciproque possède un indice d'iode moyen de 55. Les indices d'iode des matériels issus du second cycle de sélection récurrente réciproque, laissent apparaître globalement une amélioration de 2 points pour les arbres des croisements réalisés avec des parents femelles DA5D x DA3D et DA 115D AF (Indice d'iode moyen = 57) et de 3 points pour ceux issus des croisements ayant pour parent femelle DA3D AF (Indice d'iode moyen = 58). La fluidité de l'huile des arbres témoins ayant pour parent femelle DA115D AF pris comme référence dans les essais comparatifs, demeure stable du premier au second cycle de sélection récurrente réciproque avec un indice d'iode moyen de 54. L'amélioration sensible obtenue au niveau de la fluidité de l'huile du matériel de second cycle, serait essentiellement due aux meilleures recombinaisons des génotypes du premier cycle de sélection récurrente réciproque.

Mots clés : Fluidité, huile, indice d'iode, palmier à huile, *Elaeis guineensis*

ABSTRACT

FLUIDITY OF OIL PRODUCED BY TREES FROM THE SECOND CYCLE OF RECIPROCAL RECURRENT BREEDING (RRS)
OF OIL PALM (*Elaeis guineensis* JACQ)

Research on Palm oil's fluidity has several interests, especially for the identification of elite trees used in breeding program for the improvement of the quantity of fluid oil in the fruit. In this prospective, iodine indices of oil produced by bunches of palm trees derived from second cycle of reciprocal recurrent breeding (RRS) are measured and compared to those of trees from first cycle of reciprocal recurrent breeding. Obtained results indicate that Deli x La Mé Plant material from the first cycle of RRS displays an iodine index of 55. The values of oil iodine indices of trees from the second cycle of RRS show an improvement of 2 points for trees derived from crosses using DA5D x DA3D and DA115D AF as female parents (mean iodine index = 57). The oil iodine index increases by 3 points for bunches harvested on trees derived from DA3D AF as female parent (mean iodine index = 58). Fluidity of the oil from DA115D x LM2T used as control in the comparative trials remains steady from the first to the second cycle of RRS with a mean value of 54. The significant rise in fluidity of the palm oil from the second cycle of RRS, would be essentially due to better recombinations of the genotypes of the first cycle of RRS.

Keywords : Fluidity, oil, iodine index, oil Palm, *Elaeis guineensis*,

INTRODUCTION

Le palmier à huile est exclusivement cultivé dans les zones tropicales humides, où il constitue une importante source de devises pour les économies locales, à la fois pour l'exportation et comme matières premières pour l'industrie locale. L'huile de palme dont la production mondiale devrait doubler d'ici 2050 (Corley, 2009) peut se substituer à la plupart des autres huiles végétales et possède de très nombreuses utilisations en particulier dans l'agroalimentaire à hauteur de 80 %, l'oléochimie (19 %) et le biodiesel (1 %). Sous la forme brute ou raffinée, l'huile de palme contient quasiment 100 % de lipides principalement sous forme de triglycérides. Elle renferme à la fois des acides gras saturés (AGS) et des acides gras insaturés (AGI). Les acides palmitique (C16 : 0) et oléique (C18 : 1n-9), qui représentent la part la plus importante des acides gras présents dans l'huile de palme, sont des acides gras non indispensables. Ces derniers placent l'huile de palme parmi les graisses végétales semi-fluides (FFAS, 2012). Les acides gras polyinsaturés notamment l'acide linoléique (C18 : 2n-6) sont en très faible proportion (11 %) par rapport aux acides gras totaux (Wuidart et Gascon, 1975). La composition en acides gras de l'huile de palme et la structure de ses triglycérides lui confèrent des caractéristiques particulières de stabilité et de fonction solide. Elle est particulièrement adaptée au fractionnement qui produit une oléine (80 %) et une stéarine à hauteur de 20 % (Ekpa *et al.*, 1994 ; Cansell, 2005). Depuis plusieurs années, des travaux sont entrepris en vue d'améliorer les propriétés technologiques de l'huile de palme par l'augmentation de sa teneur en acides gras insaturés, la réduction de sa teneur en acide palmitique (C16 : 0) qui figure parmi les acides gras les plus hyper-cholestérolémiant (Buono, 1988 ; Gascon *et al.*, 1988 ; Kellens, 1998 ; Anses, 2011) et l'augmentation de sa fraction insaponifiable renfermant les carotènes et les tocotriénols qui diminuent la synthèse endogène du cholestérol et les tocophérols au pouvoir vitaminique E élevé (Morin, 2007 ; Morin *et al.*, 2012). Ces travaux sont conduits dans deux directions. La première concerne l'exploitation de la bonne variabilité de la fluidité de l'huile de l'*Elaeis guineensis* (Noiret et Wuidart, 1976) et la seconde consiste à réaliser une hybridation interspécifique entre le palmier africain l'*Elaeis*

guineensis et le palmier américain, l'*Elaeis oleifera* qui produit une huile remarquablement riche en acide gras polyinsaturé C18 : 2n-6 proche de celle de l'huile d'olive (Ng *et al.*, 1976 ; Naudet et Faulkner, 1975 ; Faulkner *et al.*, 1978). Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à la fluidité de l'huile produite par les arbres d'*Elaeis guineensis* issus du second cycle de sélection récurrente réciproque de plusieurs essais génétiques plantés à La Mé à partir de 1976. Cette étude nous permettra d'identifier les arbres qui produisent de l'huile très fluide et de réaliser les meilleurs croisements entre les parents jugés performants pour ce caractère.

MATERIEL ET METHODES

MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est essentiellement constitué de palmier de type *Elaeis guineensis*. Les arbres étudiés sont des Tenera issus de plusieurs essais génétiques réalisés dans le cadre du schéma d'amélioration du second cycle de sélection récurrente réciproque.

Produits chimiques utilisés

L'Acétate mercurique est utilisé pour stabiliser le milieu réactionnel, le Chloroforme pour fixer les lipides, l'Iodure de potassium pour saturer les doubles liaisons des acides gras, le Sulfate de sodium pour déshydrater les échantillons d'huile et le Thiosulfate de sodium pour titrer l'iode en excès sont des produits MERCK.

Réalisation des différents croisements

Les arbres étudiés proviennent de plusieurs croisements réalisés entre des parents femelles DURA notamment DA115D autofécondé (DA115D AF), DA5D x DA3D et DA3D autofécondé (DA3D AF) d'origine DELI plantés à Dabou avec des parents mâles Tenera d'origine La Mé notamment LM2T, LM5T, LM10T et leurs combinaisons LM2T x LM5T, LM5T x LM10T et LM2T x LM10T. Le parent femelle Dura d'origine La Mé (LM 269 D) a été testé avec le parent mâle LM2T autofécondé (LM2T AF). La fluidité moyenne des huiles produites par les arbres de l'essai LMGP 26 qui teste DA115D AF avec LM2T AF a été prise comme référence.

Extraction des échantillons d'huile

Après égrappage des régimes à l'aide d'une hachette artisanale et effrutage des épillets au couteau de boucher, des échantillons de 100 fruits sont constitués au partiteur puis portés à cuisson dans un autoclave sous 2 bars de pression pendant 1 heure en vue de ramollir le mésocarpe. Les fruits sont ensuite pressés à chaud et l'huile obtenue est conditionnée dans des piluliers de 15 ml numérotés et stockée au congélateur.

Dosage de la fluidité de l'huile

Les échantillons d'huile sont chauffés à l'étuve et déshydratés avec une pincée de sulfate de sodium. Deux aliquotes de 0,6 gramme d'huile sont prélevées et dosées par la méthode de Wolff

(1968). Le milieu réactionnel est constitué de : 0,6 gramme d'huile, 10 ml de chloroforme, 25 ml de réactif d'Hanus, 10 ml d'acétate mercurique 2,5 %, 20 ml d'Iodure de potassium et 100 ml d'eau distillée. Le milieu réactionnel du témoin est constitué de 10 ml de chloroforme, 25 ml de réactif d'Hanus, 10 ml d'acétate mercurique 2,5 %, 20 ml d'Iodure de potassium et 100 ml d'eau distillée. On titre l'iode en excès avec du thiosulfate de sodium 2,5 % jusqu'à décoloration franche.

RESULTATS

Les indices d'iode moyens des huiles produites par les arbres étudiés sont consignés dans le (Tableau 1). Les résultats sont présentés par croisement et par essai génétique.

Tableau 1 : Indices d'iode moyens des huiles de quelques arbres des essais génétiques du second cycle de sélection récurrente réciproque

Iodine Index values of oil from some trees of genetic trials of 2nd cycle of reciprocal recurrent breeding

N° des Essais Génétiques	Combinaisons entre parents femelles et mâles	Nombre d'arbres	Indice d'iode moyen	Ecart type	CV
LMGP 26	DA115D AF x LM2T AF	153	53,5	2,02	3,77
LMGP 41	DA5D x DA3D x LM10T AF	46	57,4	4,49	7,83
	DA5D x DA3D x LM2T x LM10T	8	58,6	1,06	1,81
	DA5D x DA3D x LM5T x LM10T	24	57,5	3,35	5,83
	DA5D x DA3D x LM5T AF	25	55,2	2,69	4,87
LMGP 44	LM269D AF x LM2T AF	55	57,0	1,78	3,12
LMGP 47/48	DA3D AF x LM2T AF	240	58,7	2,26	3,85
	DA3D AF x LM5T AF	61	58,7	2,17	3,69
	DA3D AF x LM10T AF	10	58,5	1,66	2,84
	DA3D AF x LM2T x LM5T	143	58,5	2,16	3,69
	DA3D AF x LM2T x LM10T	44	56,3	3,53	6,27
	DA3D AF x LM5T x LM10T	18	56,6	2,14	3,79

CV = coefficient de variation

ESSAI GENETIQUE LMGP 41

Cet essai génétique comporte 4 croisements. En raison du nombre d'analyses variables, les différences significatives sont mises en évidence deux à deux par des tests de Student. Le croisement (DA5D x DA3D) x (LM2T x LM10T) ayant un indice d'iode de 59 est significativement différent des trois autres croisements et affiche une variabilité de 1,06 %. En revanche, les indices d'iode des croisements (DA5D x DA3D) x LM10T

AF et (DA5D x DA3D) x LM5T AF sont équivalents et de l'ordre de 57 avec de très bonnes variabilités : 7,83 % et 5,81 % respectivement. Ces indices d'iode sont significativement supérieurs à celui du croisement (DA5D x DA3D) x LM5T AF qui affiche une valeur de 55. Les indices d'iode des différents croisements sont supérieurs à celui du témoin DA115D AF x LM2T AF de l'essai génétique LMGP 26 qui a un indice d'iode moyen de 54.

ESSAI GENETIQUE LMGP 44

Une seule combinaison impliquant les autofécondations de LM269D et de LM2T (LM269D AF x LM2T AF) a été testée. L'indice d'iode moyen des huiles des arbres étudiés est de 57 avec un coefficient de variation de 3,12 %.

ESSAI GENETIQUE LMGP 47/48

Cet essai teste 6 combinaisons. Les résultats obtenus montrent que les arbres de deux combinaisons notamment DA3D AF x LM2T AF et DA3D AF x LM5T AF produisent des huiles très fluides avec un indice d'iode moyen de 59 avec de très bonnes variabilités : 3,85 % et 3,69 % respectivement. Les huiles produites par les arbres de deux autres combinaisons notamment DA3D AF x LM10T AF et DA3D AF x (LM2T x LM5T) sont intéressantes et affichent des indices d'iode moyen de 58 avec des variabilités respectives de 2,84 % et 3,69 %. Les arbres issus du croisement DA3D AF x (LM5T x LM10T) produisent de l'huile qui affichent un indice d'iode de 57 et une variabilité de 3,79 %. Enfin, les indices d'iode des huiles provenant des arbres issus du croisement DA3D AF x (LM2T x LM10T) sont de 56 avec une très bonne variabilité de 6,27 % ; mais restent inférieurs à ceux des huiles produites par les arbres issus des cinq autres croisements. Cet essai génétique est particulièrement intéressant du point de vue de la fluidité de l'huile. En effet, près de 55 % des arbres étudiés produisent de l'huile proche de celle de l'huile d'olive et de certains palmiers américains *Elaeis oleifera* avec des valeurs d'indice d'iode ≥ 60 .

FLUIDITE DE L'HUILE DES ARBRES SELON LES PARENTS

Les valeurs moyennes des indices d'iode des 3 parents femelles Dura Deli sont consignées dans le (Tableau 2).

Le test effectué montre que le parent femelle DA3D AF est équivalent au parent DA5D x DA3D avec une huile ayant un indice d'iode respectifs de 58 et 57. Les variabilités sont très bonnes : 4,02 et 5,08 respectivement. Ces deux parents femelles sont toutes les deux significativement supérieures à DA115D AF qui produit de l'huile dont la fluidité est proche de celle du témoin avec un indice d'iode de 54 ($t = 3,15^{**}$).

Les résultats du (Tableau 3) montrent que les parents LM10T AF et LM2T x LM5T sont équivalents et produisent une huile d'indice d'iode de 58. Trois autres parents notamment LM5T AF, LM2T x LM10T et LM5T x LM10T affichent le même niveau d'indice d'iode avec une valeur de 57. Seul le parent LM2T AF est moins performant avec une huile d'indice d'iode de 56. L'autofécondation de LM10T est statistiquement équivalente au croisement (LM5T x LM10T) : $t = 1,89$ NS. En revanche, elle est différente de (LM2T x LM10T) et de l'autofécondation de LM2T : $t = 3,43^*$. LM5T AF et (LM2T x LM5T) dont les indices d'iode sont respectivement de 59 et 58 n'ont pas été pris en compte dans le calcul de comparaison parce qu'ils n'interviennent que dans un seul essai, mais LM5T semble apporter la même fluidité que LM10T. Les indices d'iode moyens des huiles de quelques hybrides parentaux de (Deli x La Mé) et leurs recombinaisons sont présentés dans le (Tableau 4). Ces résultats montrent que l'indice d'iode de DA3D AF x LM2T AF du 2nd cycle est en amélioration de 7 % par rapport au matériel correspondant du 1^{er} cycle : 59 et 55 respectivement. Le matériel du 2nd cycle (DA5D x DA3D) x LM2T AF avec un indice d'iode de 57 est en amélioration de 4 % comparé à celui du 1^{er} cycle qui possède un indice d'iode de 55. Par contre, le matériel du 2nd cycle DA115D x LMTAF est équivalent à celui du 1^{er} cycle avec un indice d'iode de 55.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des indices d'iode des parents femelles Dura.

Iodine Index values of Dura female parents.

Parents femelles	Nombre de croisements	Nombre d'arbres	Indice d'Iode moyen	Ecart type	CV
DA115D AF	1	153	54	2,02	3,77
DA3D AF	6	516	58	2,32	4,02
DA5D x DA3D	4	103	57	2,90	5,08

Tableau 3 : Valeurs des indices d'iode moyens des parents mâles.*Iodine Index values of male parents.*

Parents mâles	Nombre de croisements	Nombre d'arbres	Indice d'Iode moyen	Ecart type	CV
LM2T AF	3	448	56	2,02	3,61
LM5T AF	2	86	57	2,43	4,26
LM10T AF	2	56	58	3,07	5,29
LM2TxLM5T	1	143	58	2,16	3,72
LM2TxLM10T	2	52	57	2,29	3,96
LM5TxLM10T	2	42	57	2,74	4,81

Tableau 4 : Comparaison des indices d'iode de quelques croisements du 1^{er} et du 2nd cycle de sélection récurrence réciproque.*Comparison of Iodine Index from some crosses of 1st and 2nd cycle reciprocal recurrent breeding.*

Croisements du 1 ^{er} cycle de sélection	Indice d'Iode moyen	Croisements du 2 nd cycle de sélection	Indice d'Iode moyen
DA3D x LM2T	55	DA3D AF x LM2TAF	59
DA115D x LM2T	55	DA115D AF x LM2T AF	54
DA5D x LM2T	55	DA5D x DA3D x LM2T AF	57

DISCUSSION

L'huile de palme brute ou raffinée contient quasiment 100 % de lipides principalement sous forme de triglycérides, molécules constituées d'un glycérol sur lequel sont accrochés trois acides gras qui peuvent être soit saturés, soit insaturés (Bracco, 1994 ; Ekpa *et al.*, 1994). La part des acides gras saturés est de 41 à 46 % et est représentée essentiellement par l'acide palmitique (C16 : 0) qui est un acide gras non indispensable. Celle des acides gras insaturés est représentée par les acides oléique (C18 : 1n-9) et linoléique (C18 : 2n-6) dans les proportions de 53 à 59 %. La balance entre les acides gras saturés (AGS) et les acides gras insaturés (AGI) régule la fluidité et la consistance de l'huile de palme (Noiret et Wuidart, 1976 ; Gascon et Wuidart, 1975 ; Kellens, 1998). Nos résultats montrent que les arbres issus des croisements (DA3D AF x LM10T AF) et (DA5D x DA3D) x LM10T AF produisent des huiles ayant une fluidité remarquable avec un indice d'iode moyen de 59 et une variabilité inférieure à 3 %. Ces huiles sont donc à forte teneur d'acides gras

insaturés. Il apparaît en particulier que le parent mâle LM10T qui intervient dans plusieurs combinaisons, présente une très bonne aptitude générale à la combinaison (AGC). Il en est de même pour le parent mâle LM2T AF qui est impliqué dans les croisements (DA5D x DA3D) x LM2T AF ou lorsqu'il est associé à LM10T dans les croisements (DA5D x DA3D) x (LM2T x LM10T) et DA3D AF x (LM2T x LM10T), produit des huiles ayant des indices d'iode élevés avec une bonne variabilité de 5 %. Les croisements réalisés entre les arbres du premier cycle de sélection récurrence réciproque produisent une huile ayant un indice d'iode moyen de 55. Les résultats obtenus sur les différentes recombinaisons font apparaître une amélioration de la fluidité de l'huile de 7 % avec des indices d'iode moyens de 59 en particulier DA3D AF x LM2T AF et de 4 % pour le croisement (DA3D x DA5D) x LM2T AF avec un indice d'iode moyen de 57 (Tableau 4). Des auteurs comme Noiret et Wuidart (1976) ont montré que la fluidité de l'huile est un caractère très héritable de l'ordre de 0,9 %. Cette héritabilité permettrait d'obtenir des gains génétiques importants d'un cycle de sélection à un autre. A cet égard, les recombinaisons

naisons testées dans l'essai génétique LMGP 47/48 sont très remarquables. Les huiles produites par les arbres issus de ces recombinaisons possèdent des qualités technologiques intéressantes et peuvent être utilisées sans risque pour la santé humaine dans l'agro-alimentaire (FFAS, 2012, Bracco, 1994 et Combe, 2002).

CONCLUSION

L'excellente fluidité de l'huile produite par les arbres d'*Elaeis guineensis* issus du second cycle de sélection récurrente réciproque résulte de la bonne exploitation de sa variabilité et de son héritabilité. Cette fluidité peut être améliorée de façon significative en réalisant des croisements entre les arbres issus des meilleurs parents.

REFERENCES

- ANSES. 2011. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras. Rapport d'expertise collective ANSES. Mai 2011, 323 p.
- Bracco U. 1994. Effect of triglyceride structure on fat absorption. Am. J. Clin. Nutr., 60 (suppl.), 1002S - 1009S.
- Buono C. 1988. Huile de palme. Nutrition et Santé. Synthèse bibliographique. Doc interne IRHO.
- Cansell M. 2005. Impact de la cristallisation des corps gras sur les propriétés de produits finis. Oléagineux Corps Gras Lipides OCL. Vol 12, n° 5 - 6, 427 - 431.
- Combe N. 2002. Biodisponibilité des acides gras et apports nutritionnels conseillés. Oléagineux Corps Gras Lipides OCL. Vol 9, 135 - 138.
- Corley R. H. V. 2009. How much palm oil do we need? Environmental Science & Policy. N°12, 134 - 139.
- Ekpa O. D., E. P. Fubara and F. N. I. Morah. 1994. Variation of fatty acid composition of Palm Oil two varieties of the Oil Palm (*Elaeis guineensis*). J. Sci. Food Agric. 64, 483 - 486.
- FFAS. 2012. L'huile de palme : Aspects nutritionnels, sociaux et environnementaux. Etat des lieux du Fonds français pour l'alimentation et la santé. Ed. Novembre 2012.
- Ng B. H., R. H., V. Corley and A. J. Clegg. 1976. Variation in the fatty acid composition of palm oil. Oléagineux, Vol. 31, n° 1. p. 1 - 7.
- Gascon J. P. et W. Wuidart. 1975. Amélioration de la qualité de l'huile d'*Elaeis guineensis* Jacq. Oléagineux, Vol. 30, n°1, 1 - 4.
- Gascon J. P., V. Le Guen., B. Nouy et F. Kamga. 1988. Résultats d'essai de second cycle de sélection récurrente réciproque chez le Palmier à huile : *Elaeis guineensis* Jacq. Oléagineux, Vol. 43, n°1. 1 - 5.
- Kellens M. 1998. Etat des lieux et évaluation des procédés de modification des matières grasses par combinaison de l'hydrogénation, de l'interestérification et du fractionnement - 1^{ère} partie. Oléagineux Corps Gras Lipides - OCL. Vol 5, n°5, 384 - 391.
- Faulkner H., A. Bonfand et M. Naudet. 1978. Compositions comparées d'huiles de palme provenant de différentes espèces de palmiers du genre *Elaeis*. Revue Française des Corps Gras, Vol. 25, n°3, P. 125 - 133.
- Morin O. 2007. Huiles végétales et margarines : évolution de la qualité - les solutions technologiques à la réduction des acides gras trans. Cah Nutr Diét. Vol 42, n°5, 247 - 253.
- Morin O., X. Pages - Xatart- Pares. 2012. Huiles et corps gras Végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Oléagineux Corps Gras Lipides. OCL. Vol 19, n° 2, 63 - 72.
- Naudet N. et H. Faulkner. 1975. Compositions et structures glycériques comparées des huiles d'*Elaeis guineensis*, d'*Elaeis oleifera* et d'hybrides *guineensis - oleifera*. Oléagineux, Vol. 30, n° 4, p. 171 - 174.
- Noiret J. M. et W. Wuidart. 1976. Possibilités d'amélioration de la composition en acides gras de l'huile de palme. Résultats et perspectives. Oléagineux, Vol. 31, n° 11, 465 - 4752.
- Wolff J. P. 1968. Manuel d'analyse des corps gras. Ed. Azoulay. 114 p.
- Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (UIPAC). 1979. Méthodes d'analyse des matières grasses et dérivés. 6^{ème} Edt. 1^{ère} (sections I et II). 142 p.
- Wuidart W. et J. P. Gascon. 1975. Etude de la composition de l'huile d'*Elaeis guineensis* Jacq. Oléagineux, Vol. 30, n°10, 401 - 408.