



République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique

D'EL-HARRACH (ALGER)

المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية

الحراش (الجزائر)

THÈSE

Pour l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

Option: *Phytopathologie et amélioration de la résistance des plantes aux maladies*

Thème

**Etude de la diversité des clones du cultivar Taqerbucht
(*Phoenix dactylifera* L.) et leur comportement à l'égard de
Fusarium oxysporum f. sp. *albedinis* (Hansen et Snyder) Gordon**

Par : *Boudeffeur saïd*

Devant le jury composé de :

Président	Morsli S.	Professeur	ENSA
Directeur de thèse	Khelifi L.	Professeur	ENSA
Examineurs	Toumi M.	Professeur	UNIV. Alger1
	Taoutaou A.	Professeur	ENSA
	Benchabane M.	Professeur	USD-Blida

Soutenue Publiquement le 20/05/2024

TABLE DES MATIERES

Dédicace	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations et acronymes	
Résumé	
INTRODUCTION GENERALE	01
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	05
1- Position systématique du palmier dattier	05
1-1- Description botanique	05
1-2- Systématique basée sur la méthode APGIII ou APG IV	05
2- Description morphologique	06
2-1-Appareil végétatif	06
a- Système racinaire	06
b-Stipe	07
c-Palme	07
2-2- Appareil reproducteur	08
a- Inflorescences (spathes)	08
b- Fleurs femelles	08
c- Fruit et ses stades d'évolution	09
3- Aperçu sur la culture du palmier dattier	10
3-1- Historique et origine	10
3-2- Importance économique	12
3-2-1- Dans le monde	12
3-2-2- En Algérie	13
3-3- Aire de culture	14
3-3-1- Dans le monde	14
3-3-2- En Algérie	15
4- Diversité génétique du palmier dattier	16
4-1- Ressources génétiques existantes	16
4-1-1- Cultivars	16

4-1-2- Variétés	17
4-1-3- Dguel	17
4-1-4- Dattes communes	17
4-2- Etat de la diversité génétique	18
4-2-1- Dans le monde	18
4-2-2- En Algérie	18
5- Caractérisation de la variabilité du palmier dattier	21
5-1- Caractérisation phénotypique et morphologique du palmier dattier	21
5-2- Caractérisation moléculaire	23
5-2-1- Diversité génétique du palmier dattier basée sur marquage moléculaire	25
5-2-2- Diversité génétique du palmier dattier basée sur les SSR	25
5-2-3- Avantages et inconvénients des marqueurs microsatellites	26
5-3- Paramètres génétiques pris en considération	27
5-3-1 -Equilibre de <i>Hardy-weinberg</i>	27
5-3-2- Diversité génétique intra-populations	28
a- Fréquences alléliques (π)	28
b- Taux d'hétérozygotie	28
c- Taux de polymorphisme « P% »	28
d- Nombre d'allèles (N_a)	29
5-3-3- Diversité génétique inter-populations (F-Statistiques)	29
5-3-4- Distance génétique intra-populations	30
6 - Maladie provoquée par le Bayoud sur le palmier dattier	31
6-1- Origine et distribution géographique	31
6-2- Symptomatologie du Bayoud	33
6-3- L'agent causal de la fusariose du palmier dattier	34
6-3-1- Caractères physiologiques du <i>Foa</i>	34
6-3-2- Position systématique	34
6-3-3- Caractères macroscopiques	35
6-3-4- Caractères microscopiques	36
- Les microconidies	37
- Les macroconidies	37
- Les chlamydozoospores	37
6-4- Moyens de Lutte	37
6-4-1- Lutte chimique	37

6-4-2- Mesures prophylactiques	39
6-4-3- Lutte biologique	39
6-4-4- Sélection de plantes résistantes	40
MATERIEL ET METHODES	41
1- Diversité morphologique du cultivars Taqerbucht	41
1-1- Prospection et collecte du matériel végétal et Echantillonnage	41
1-2- Descripteurs utilisés dans les caractéristiques morphologiques	43
1-2-1- Descripteurs végétatifs	44
1-2-2- Descripteurs de l'appareil reproducteur	45
2- Matériel végétal utilisé	48
2-1- Pour la diversité morphologique	48
2-2- Pour les marqueurs SSR	48
2-3- Production de plantules de palmier dattier pour l'inoculation par le <i>Foa</i>	49
3- Approche moléculaire pour l'étude de diversité du cultivar Taqerbucht	50
3-1- Matériel végétal	50
3-2- Méthodes	50
3-2-1 -Extraction des ADN génomiques	50
3-2-2- Quantification et contrôle de l'extraction de l'ADN	53
3-2-3- Amplification de l'ADN par PCR	54
3-2-4- Réaction de polymérisation	56
3-2-5- Électrophorèse vertical sur gel d'acrylamide	56
4-Diversité génétique des souches du Bayoud isolées	57
4-1- Echantillonnage	57
4-2- Isolement des souches de <i>Fusarium</i>	57
4-3- Technique de la culture monospore	58
4-4- Conservation des souches de <i>Fusarium</i> sp.	59
4-5- Test du pouvoir pathogène et Inoculation des plantules	59
5- Analyse des données	61
5-1- Analyse de la variance	61
5-2- Analyse en composantes principales 'ACP'	61
5-3 -Analyse en composantes multiples 'ACM'	61
5-4- Matrices de corrélation	61

5-5- Classification ascendante hiérarchique ‘CAH’	61
5-6- Analyse factorielle des correspondances ‘AFC’	61
5-7- Mesure de la diversité génétique	62
RESULTATS ET DISCUSSION	63
1- Description Morphologique Des Accessions Du Cultivar Taqerbucht	63
1-1-La palme	63
1-1-1 -Matrice de corrélation	71
1-2- Les inflorescences	72
1-2-1 -Matrice de corrélation	83
1-3- Fruits (Dattes)	87
1-3-1- Matrice de corrélation	91
1-4- La graine	92
1-4-2 -Matrice de corrélation	97
1-5- Analyse en composante principales (ACP)	97
1-6- Analyse de correspondance multiple (ACM)	98
1-7- Conclusion	100
2- Diversité Moléculaire Des Accessions Du Cv Taqerbucht	102
2-1- Résultats de l’extraction de l’ADN génomique	102
2-1-1-Quantité d’ADN extraits	102
2-1-2-Qualité des ADN extraits	102
2-1-3. Réaction de polymérisation en chaîne PCR	103
2-1-4- Electrophorèse	103
2-2-Polymorphisme des marqueurs microsatellites	105
2-3-Analyse de la diversité génétique	106
2-3-1-Diversité génétique intra-accession	107
- Loci ou marqueurs SSR actifs	107
- Diversité allélique	107
- Hétérozygotie attendue et hétérozygotie observée	109
- Proportion de loci polymorphiques et nombre d’allèles par locus polymorphe	109
2-3-2-Diversité génétique inter-accessions	111
Paramètres de différenciation des populations	111

- Indice de fixation <i>F_{is}</i>	111
- Indice de différenciation <i>F_{st}</i>	112
2-3-3-Distances génétiques et établissement des relations phylogéniques	113
- Distances génétiques	113
2-4-Conclusion	115
3- Test du pouvoir pathogène des souches de <i>Foa</i> et évaluation de la résistance des accessions de Taqerbucht	116
3-1- Résultats de la prospection	116
3-2 - Caractères macroscopiques des souches de <i>F.o.albedinis</i> isolées	119
3-2-1- Analyse multivariée	122
3-3 - Caractères microscopiques	123
3-4-Interactions entre les cv Taqerbucht et les souches de Bayoud isolées	124
3-5- Conclusion	129
CONCLUSION GENERALE	131
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES	136

Résumé

En Algérie, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est menacé d'une maladie sévère connue sous le nom du "bayoud" causée par un champignon tellurique nommé *Fusarium Oxysporum* f.sp *albedinis*. Pour lutter contre cette maladie, l'utilisation des variétés résistantes demeure le moyen le plus efficace. Les accessions de la variété Taqerbucht à savoir : Tq.Hamra, Tq.Safra, Tq.Beïda et Tq.Kahla, sont connues pour leur résistance naturelle contre cette maladie dévastatrice. Pour mettre en évidence leurs profils génétique et morphologique une caractérisation morphométrique et moléculaire a été mise en œuvre. Pour cela, quatre-vingt-quatre caractères phénotypiques et 16 marqueurs moléculaires de type (SSR) ont été utilisés.

Les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) et l'Analyse des correspondances multiples 'ACM' ont suggéré que les quatre accessions peuvent être classées en deux groupes distincts. Un groupe contient la Tq.kahla alors que l'autre contient les trois autres accessions et les caractéristiques qualitatives de la graine et du fruit ont permis de différencier les 4 accessions.

L'analyse des résultats génétiques ont montré qu'uniquement 13 marqueurs ont permis de détecter 31 loci d'allèles avec une moyenne de 2,38 allèles/locus. Sur la base d'analyses phylogénétiques et de comparaisons de séquences, le cultivar Tq.kahla qui dispose de 7 allèles privés semble diverger de l'ensemble des autres accessions.

Enfin, les prospections sur terrain ont permis d'établir la carte épidémiologique des foyers bayoudés de la Wilaya d'Adrar et les inoculations artificielles des plantules des différentes accessions se sont avérées fiables.

Mots clés: palmier dattier, Bayoud, Algérie, accessions Taqerbucht, caractères morphologiques, marqueurs SSR.

ملخص

إن نخيل التمر الجزائري مهدد بمرض خطير يعرف باسم البيوض يسببه فطر ينتقل عن طريق التربة يسمى *Fusarium oxysporum f.sp albedinis*. ولمكافحة هذا المرض يظل استخدام الأصناف المقاومة هو الوسيلة الأكثر فعالية. وتعرف سلالات صنف تقربوشت، وهي تقربوشت الحمراء، تقربوشت الصفراء، تقربوشت البيضاء وتقربوشت الكحلة، بمقاومتها الطبيعية ضد هذا المرض المدمر. لتسليط الضوء على ملامحهم الوراثية والمورفولوجية، تم تنفيذ التوصيف المورفومتري والجيني وذلك باستخدام أربعة وثمانين خاصية مظهرية و16 علامة نمطية جزيئية (SSR).

ولقد اشارت نتائج تحليل المكونات الرئيسية (ACP) وتحليل المراسلات المتعددة (ACM) إلى أنه يمكن تصنيف السلالات الأربعة إلى مجموعتين متميزتين. تحتوي إحدى المجموعتين على تقربوشت الكحلة بينما تحتوي الأخرى على السلالات الثلاثة الأخرى. وقد أتاحت الخصائص النوعية للنوى والتمر تمييز السلالات الأربعة. بالإضافة الى ذلك، فقد أظهر تحليل النتائج الجينية أن 13 علامة فقط جعلت من الممكن اكتشاف 31 موضع أليل بمتوسط 2.38 أليل/موضع. واستناداً إلى التحليلات التطورية ومقارنات التسلسل، يبدو أن سلالة تقربوشت الكحلة التي تحتوي على 7 أليلات خاصة تختلف عن جميع السلالات الأخرى. وأخيراً، أتاحت الخرجات الميدانية وضع الخريطة الوبائية لتفشي مرض البيوض في ولاية أدرار، وأثبتت عمليات التلقيح الاصطناعي لشتلات مختلف السلالات موثوقيتها.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر، بيوض، الجزائر، سلالات تقربوشت، الصفات المورفولوجية، علامات SSR

Summary

In Algeria, the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is threatened by a serious disease known as “bayoud” caused by a soil-borne fungus called *Fusarium oxysporum* f.sp *albedinis*. To fight this disease, the use of resistant varieties remains the most effective means. The accessions of the Taqerbucht variety, namely: Tq.Hamra, Tq.Safra, Tq.Beïda and Tq.Kahla, are known for their natural resistance against this devastating disease. To highlight their genetic and morphological profiles, morphometric and molecular characterization was implemented. For this, eighty-four phenotypic characters and 16 molecular type markers (SSR) were used.

The results of Principal Component Analysis (PCA) and Multiple Correspondence Analysis (MCA) suggested that the four accessions can be classified into two distinct groups. One group contains Tq.kahla while the other contains the other three accessions and the qualitative characteristics of the seed and fruit made it possible to differentiate the 4 accessions.

The analysis of the genetic results showed that only 13 markers made it possible to detect 31 allele loci with an average of 2.38 alleles/locus. Based on phylogenetic analyzes and sequence comparisons, the cultivar Tq.kahla which has 7 private alleles appears to diverge from all other accessions.

Finally, field surveys made it possible to establish the epidemiological map of bayoud epidemics in the department of Adrar and the artificial inoculations of seedlings of the different accessions proved reliable.

Keywords: date palm, Bayoud disease, Algeria, Taqerbucht accessions, morphological characters, SSR markers