

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية الحراش - الجزائر -
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE (ENSA)
EL-HARRACH – ALGER



Thèse

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences
Agronomiques
Option : Biotechnologies végétales

Thème

Etude de la diversité génétique chez *Vicia faba* L. (fève)

Présentée par : Mme MALEK DJENKAL Nawel

Devant le Jury composé de :

Président :	M.	Mefti Mohammed	Professeur (ENSA), Alger
Directrice de thèse :	Mme	Mekliche-Hanifi Leila	Professeur (ENSA), Alger
Examineurs :	M.	Mebarkia Amar	Professeur université de Sétif
	M.	Toumi Mohamed	Professeur université Alger 1

Année universitaire 2022- 2023

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1 : Synthèse bibliographique	
1. Origine et classification de <i>Vicia faba</i> L.	4
1.1. Taxonomie et Classification botanique	4
1.2. Origine, centre de diversité et de domestication de <i>Vicia faba</i> L.	5
2. Importance et utilisation de <i>Vicia faba</i> L.	8
2.1. Importance économique	8
2.2. Importance alimentaire	10
2.3. Importance agronomique	11
3. Contraintes entravant la production de <i>Vicia faba</i> L. en Algérie	12
3.1. Contraintes abiotiques	12
3.2. Contraintes biotiques	13
4. Description des caractères agro-morphologiques chez <i>Vicia faba</i> L.	15
5. Etude de la diversité génétique des plantes cultivées	18
5.1. Définition de la diversité génétique des plantes cultivées	18
5.2. Importance de la diversité génétique	19
5.3. Diversité phytogénétique en Algérie	19
5.4. Gestion de la diversité phytogénétique	20
5.5. Ressources génétiques de <i>Vicia faba</i> L.	22
5.6. Evaluation de la diversité génétique chez <i>Vicia faba</i> L.	24
5.6.1. Marqueurs morphologiques	25
5.6.2. Marqueurs biochimiques	26
5.6.3. Marqueurs moléculaires	28
5.6.3.1. Les marqueurs microsatellites et la caractérisation moléculaire chez <i>Vicia faba</i> L.	32
Chapitre 2 : Prospection, collecte et caractérisation préliminaire des accessions locales de <i>Vicia faba</i> L. cultivées en Algérie	
1. Introduction	38
2. Matériel et méthodes	39
2.1. Prospection et collecte	39
2.1.1. Présentation des zones de prospection	41
2.1.2. Collecte et échantillonnage des graines	44
2.2. Caractérisation morphologique des graines des accessions locales de <i>Vicia faba</i> L..	45
2.3. Analyses statistiques	46
3. Résultats	47
3.1. Prospection et collecte	47
3.1.1. Distribution géographique des sites de collecte	47

3.2. Caractérisation préliminaire	47
3.2.1. Analyse de fréquence	47
3.2.2. Analyse des Correspondances Multiples (A.C.M)	51
3.2.3. Classification ascendante hiérarchique (C.A.H.)	53
4. Discussion	54
4.1. Prospection et collecte	54
4.2. Caractérisation préliminaire	55
5. Conclusion	58

Chapitre 3 : Caractérisation agro-morphologique de quarante-six (46) accessions de *Vicia faba* L. en Algérie

1. Introduction	60
2. Matériel et méthodes	61
2.1. Matériel végétal	61
2.2. Présentation du site expérimental	62
2.2.1. Localisation de l'essai	62
2.2.2. Caractéristiques pédoclimatiques du site expérimental	62
2.3. Dispositif expérimental	63
2.4. Conduite et suivi de l'essai	63
2.5. Caractères agro-morphologiques étudiés	64
2.5.1. Caractères quantitatifs	64
2.5.2. Caractères qualitatifs	65
2.6. Analyses des données	65
3. Résultats et interprétations	67
3.1. Caractères quantitatifs	67
3.1.1. Analyse de la variance et comparaison des moyennes	67
3.1.2. Analyse des corrélations	86
3.1.3. Analyse en composantes principales (ACP) et classification ascendante hiérarchique (CAH)	88
3.2. Caractères qualitatifs	90
3.2.1. Evaluation de la variabilité intra-accession	90
3.2.2. Evaluation de la variabilité inter-accession	95
3.2.3. Analyse des Correspondances Multiples (ACM) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	97
4. Discussion	100
4.1. Caractères quantitatifs	100
4.2. Caractères qualitatifs	105
5. Conclusion	106

Chapitre 4 : Etude de la diversité morphologique et moléculaire de 14 accessions algériennes de *Vicia faba* L.

1. Introduction	107
2. Matériel et méthodes	108
2.1. Matériel végétal	108
2.2. Caractérisation agro-morphologique	110

2.2.1. Présentation de la zone d'étude	110
2.2.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai	112
2.2.3. Caractères étudiés	113
2.3. Caractérisation moléculaire	114
2.3.1. Extraction d'ADN génomique	114
2.3.2. Qualité et quantification de l'ADN	115
2.3.3. Analyse par les marqueurs SSR's	117
2.3.3.1. Optimisation des conditions d'amplification	117
2.3.3.2. Révélation des amplifiât par électrophorèse sur gel d'agarose	118
2.4. Analyse de données	119
2.4.1. Données agro-morphologiques	119
2.4.2. Données moléculaires	120
2.4.3. Corrélation entre la caractérisation agro-morphologique et moléculaire	120
3. Résultats et interprétation	121
3.1. Caractérisation agro-morphologique	121
3.1.1. Analyse de la variance et comparaison des moyennes	121
3.1.2. Analyse en composante principale (ACP) et classification ascendante hiérarchique (CAH)	127
3.2. Caractérisation moléculaire	131
3.2.1. Analyse par les marqueurs SSR's	131
3.2.1.1. Optimisation des conditions d'amplification	131
3.2.2. Caractérisation par les SSR's	132
3.3. Structure génétique	133
4. Discussion	135
4.1. Caractérisation agro-morphologique	136
4.2. Caractérisation moléculaire	138
5. Conclusion	141
Conclusion générale et perspectives	142
Références bibliographiques	145
Annexe	172
Productions scientifiques	182

Résumé

La fève (*Vicia faba* L.) est l'une des principales légumineuses alimentaires en Algérie. C'est une ressource phytogénétique qui continue à être cultivée traditionnellement dans plusieurs zones dans le nord et le sud du pays. Les accessions locales de fève qui ont été maintenues pendant plusieurs années présentent une diversité génétique importante. Et donc, il est devenu indispensable de collecter, préserver et caractériser ces accessions locales. Dans notre étude, quinze (15) accessions locales de fève ont été collectées et caractérisées. L'évaluation préliminaire de cette collection a permis de révéler une importante diversité morphologique des graines collectées dans les différentes régions prospectées. La caractérisation agro-morphologique de 46 accessions de *Vicia faba* L. d'origine géographique différentes y compris 13 accessions locales a permis d'établir une base de données descriptive des différents caractères étudiés pour chaque accession. Les résultats de l'analyse de la variance ont révélé une différence hautement à très hautement significative pour la majorité des 21 traits quantitatifs mesurés. De plus, les analyses multivariées (ACP et CAH) ont permis de classer les accessions étudiées en quatre groupes sur la base des performances agronomiques et des similitudes morphologiques. Et donc, nous avons pu selon l'importance agro-morphologique de certains traits, distinguer les accessions représentant les caractères les plus discriminants. Les 6 caractères morphologiques qualitatifs observés ont révélé une large variation inter et intra accessions. Les analyses ACM et CAH ont aussi permis de classer les accessions étudiées en quatre groupes en identifiant les morphotypes les plus dominants dans notre collection. L'analyse moléculaire à l'aide de sept marqueurs SSR a révélé une grande variabilité génétique au niveau des 14 accessions locales de fève. Vingt allèles au total ont été amplifiés avec une moyenne de 2,85 allèles par locus. L'indice PIC variait entre 0,32 à 0,58 avec une moyenne de 0,44. Cette étude a permis aussi de regrouper les 14 accessions locales sur la base des données agro-morphologiques et moléculaires indépendamment de leurs origines géographiques. De plus, l'AMOVA a mis en évidence que la majeure partie de la variation génétique globale au sein de la collection était le résultat d'une forte différenciation entre les accessions (84%).

Mots clés : *Vicia faba* L., fève, diversité génétique, caractérisation agro-morphologique, caractérisation moléculaire, SSR.

ملخص

الفول (*Vicia faba* L.) هو أحد البقوليات الغذائية الرئيسية في الجزائر. هو مورد وراثي نباتي يستمر زراعته بشكل تقليدي في عدة مناطق في شمال وجنوب البلاد. تُظهر الاصناف المحلية للفول التي تم الاحتفاظ بها لعدة سنوات تنوعاً وراثياً كبيراً. لذا أصبح من الضروري جمع، حفظ وتوصيف هذه الاصناف المحلية. في دراستنا، تم جمع وتمييز خمسة عشر (15) صنفاً محلياً للفول. يكشف التقييم المبدئي لهذه التشكيلة عن تنوع مورفولوجي كبير للحبوب التي تم جمعها في مناطق التنقيب المختلفة. أتاح التوصيف المورفولوجي الزراعي لـ 46 صنفاً من *Vicia faba* L. من أصل جغرافي مختلف ، بما في ذلك 13 صنفاً محلياً ، إنشاء قاعدة بيانات وصفية للصفات المختلفة التي تمت دراستها لكل صنف. وكشفت نتائج تحليل التباين عن وجود فرق كبير إلى كبير جداً بالنسبة لغالبية الصفات الكمية الـ 21 التي تم قياسها. بالإضافة إلى ذلك، سمحت التحليلات متعددة المتغيرات (CAH و ACP) بتقسيم الاصناف المدروسة إلى أربع مجموعات على أساس الأداء الزراعي وأوجه التشابه المورفولوجية. وهكذا، تمكنا وفقاً للأهمية الزراعية المورفولوجية لبعض الصفات من التمييز بين الاصناف ذات الصفات الأكثر تمييزاً. أظهرت الصفات المورفولوجية النوعية الستة (6) تبايناً كبيراً بين وداخل الاصناف المدروسة. كما أتاحت تحليلات ACM و CAH تصنيف الاصناف المدروسة إلى أربع مجموعات من خلال تحديد الأنماط السائدة في مجموعتنا. أظهر التوصيف الجزيئي بواسطة سبع واسمات SSR تبايناً وراثياً كبيراً لـ 14 صنف محلي للفول. عشرون أليلاً تم تضخيمها في الاجمال بمتوسط 2,85 أليل في الموقع. تراوح مؤشر PIC بين 0,32 و 0,58 بمتوسط 0,44. سمحت هذه الدراسة أيضاً بتجميع 14 صنف محلي للفول على أساس البيانات المورفولوجية والزراعية والجزيئية بشكل مستقل عن أصولها الجغرافية. علاوة على ذلك، أبرزت AMOVA أن معظم التباين الجيني العام ضمن مجموعتنا كان نتيجة التمايز القوي بين الاصناف (84%).

الكلمات المفتاحية: *Vicia faba* L. ، الفول ، التنوع الوراثي ، التوصيف الزراعي المورفولوجي ، التوصيف الجزيئي ، SSR.

Abstract

Faba bean (*Vicia faba* L.) is one of the main food legumes in Algeria. It is a phylogenetic resource that continues to be traditionally cultivated in several areas in the north and south of the country. The local accessions of faba bean that have been maintained for several years present an important genetic diversity. Therefore, it has become essential to collect, preserve and characterize these local accessions. In our study, fifteen (15) local faba bean accessions were collected and characterized. The preliminary evaluation of this collection revealed an important morphological diversity of the seeds collected in the different regions surveyed. The agro-morphological characterization of 46 accessions of *Vicia faba* L. from different geographical origins, including 13 local accessions, allowed the establishment of a descriptive database of the various traits studied for each accession. The results of the analysis of variance revealed a highly to very highly significant difference for the majority of the 21 quantitative traits measured. Additionally, multivariate analyses (PCA and CAH) classified the studied accessions into four groups based on agronomic performance and morphological similarities. Thus, based on the agro-morphological importance of certain traits, we were able to distinguish the accessions representing the most discriminating characteristics. The observed 6 qualitative morphological traits showed a wide variation both within and among accessions. The ACM and CAH analyses also classified the studied accessions into four groups, identifying the most dominant morphotypes within the collection. Molecular analysis by seven SSR markers revealed high genetic variability in the 14 local bean accessions. Twenty alleles in total were amplified with an average of 2.85 alleles per locus. The PIC index ranged from 0.32 to 0.58 with an average of 0.44. This study also enabled the grouping of the 14 local accessions based on agro-morphological and molecular data independently of their geographical origins. Furthermore, AMOVA highlighted that most of the overall genetic variation within the collection was the result of strong differentiation among accessions (84%).

Key words : *Vicia faba* L., Faba bean, genetic diversity, agro-morphological characterization, molecular characterization, SSR.