



УДК 581.144.4:633.875

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗЦОВ КОРМОВЫХ БОБОВ ПО АНАТОМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ ЛИСТА

Нго Тхи Зиен Киеу, Ю.Н. Куркина

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия, 308015,
г. Белгород,
ул. Победы, 85

E-mail: corindonkdk168269@yahoo.com

Сравнительное изучение эпидермы однопарного листа у исследованных образцов кормовых бобов (Афганские Местные, Популяция-95, Эр-бан-цин-ху-доу, К-1559 и К-1456) отличий не выявило. Установлено, что в проводящем пучке черешка однопарного листа кормовых бобов Эр-бан-цин-ху-доу, с высокой продуктивностью семян (в среднем 45.7 г/раст.), соотношение «флоэма : ксилема» стремится к 0.6, толщина ксилемы отрицательно коррелирует с объемом хлоренхимы, а эпидерма листа отличается наибольшим числом устьиц.

Ключевые слова: анатомия листа, кормовые бобы, косвенные признаки продуктивности семян.

Введение

Бобы содержат в семенах большое количество белка – до 37% [1]. Усвояемость белка у бобов составляет 50–86% [2]. Это двудольные растения, относящиеся к порядку Бобовоцветных (Fabales Nakai., Leguminales Jones), семейству Бобовых (Fabaceae Lindl., Leguminosae Juss.), подсемейству – Бобовые собственно, или Мотыльковые (Faboideae, Papilionatae DC.), трибе *Viciae* Bronn, роду Виковых (*Vicia* L.), виду *Vicia faba* L. [3, 4]. П.М. Жуковский обособлял бобы в отдельный род *Faba* из-за положения рубчика на переднем конце семени, отсутствия обычного у виковых усика, прямого и крепкого стебля и т. д. [5]. Хотя еще Ж.П. де Турнефор выделил бобы в самостоятельный род *Faba*, а К. Линней объединил род *Vicia* с родом *Faba* и описал бобы как вид *Vicia faba*.

По изучению культуры бобов ведется большая научно-исследовательская работа во всем мире, однако, остается незначительным число работ, посвященных изучению анатомо-морфологических признаков разных сортов. Выявлено, что проводящая система стебля бобов пучкового типа, имеются пары латеральных и медиальных проводящих пучков; черешок V-образной формы с пятью проводящими пучками, а черешочек с одним проводящим пучком, переходящим в центральную жилку листочка; листовая пластинка амфистоматическая, на эпидерме встречаются одноклеточные кроющие волоски и железки; мезофилл дорзовентрального строения с одним, непрерывающимся над центральной жилкой, слоем палисадной паренхимы [6–9].

Не смотря на все достоинства культуры, бобы не получили пока должного распространения в производстве, поэтому актуальным является комплексное изучение исходного материала с целью создания новых перспективных сортов. Этому будет способствовать сравнительное изучение анатомических признаков однопарного листа кормовых бобов, отличающихся по продуктивности, и поиск косвенных признаков продуктивности растений, что и явилось целью нашего исследования.

Объекты и методы исследования

Материал для исследований выращивали в почвенно-климатических условиях Белгородской области [10, 11]. Анатомические исследования выполняли по методике Г. Фурста на живом материале [12]. Для сравнительного изучения особенностей анатомической структуры однопарного листа были исследованы 5 образцов кормовых бобов (по 50–60 экземпляров каждого образца) различного эколого-географического происхождения: Афганские Местные – из Афганистана, Популяция-95 – из России, Эр-бан-цин-ху-доу – из Китая, К-1559 – из Индии и К-1456 – из Дагестана. Анатомию черешка изучали по соотношению толщины тканей: покровной – эпидермы, основной ассимиляционной – хлоренхимы, механической ткани проводящего пучка – склеренхимы, проводящих – флоэмы и ксилемы. Анализировали также число устьиц (на 1 мм²) на верхней эпидерме листовой пластинки, величину устьиц (длину замыкающих клеток) на верхней эпидерме, число устьиц на нижней эпидерме и величину (длину замыкающих клеток) устьиц на нижней эпидерме. Исследования проводили на постоянных и временных препаратах (срезы готовили от руки) с применением красителей, с помощью микроскопа БИОЛАМ, окуляр- и объектмикрометра.

Результаты и их обсуждение

По нашим данным, у всех изученных экземпляров исследуемых сортов образцов бобов листья сложные парноперистые, мясистые, голые, сизо-зеленые. Верхушечный усик редуцирован в остроконечие. Нижние листья 1-парные, средние 2-парные, верхние 3-, 4-парные. У бобов устьица встречаются на обеих сторонах листовых пластинок. Клетки покровной ткани листочка покрыты тонкой кутикулой. Основные клетки верхней эпидермы имеют более извилистые стенки, чем стенки клеток нижней эпидермы. Побочные клетки устьиц не отличаются от остальных клеток эпидермы. На верхней и нижней эпидерме располагаются придатки – одноклеточные трихомы и железистые волоски. Мезофилл дорзовентрального строения и состоит из одного слоя столбчатой палисадной паренхимы и нескольких слоев губчатой паренхимы. Проводящая система центральной жилки – это коллатеральный пучок со склеренхимой со стороны ксилемы и флоэмы.

На поперечном срезе V-образного черешка однопарного листа в округлых гранях под эпидермой залегает 2–3 слоя механической ткани – уголкового колленхимы, а под ней ассимиляционная – хлоренхима. Проводящая система представлена тремя крупными и двумя мелкими коллатеральными проводящими пучками с механической (склеренхимной) обкладкой. В центре среди паренхимы имеется небольшая воздушная полость.

Сравнительное анатомическое изучение черешков однопарных листьев образцов показало следующее. По толщине эпидермы у исследованных образцов отличий не выявлено (показатели t_f не превышает t_{st} , а доверительные интервалы перекрываются). Наименьшей толщиной хлоренхимы отличился образец К-1559, а наибольшей – Популяция-95 (табл. 1). Минимальная толщина склеренхимы отмечена у образцов К-1559 и Популяция-95, между которыми достоверных различий не выявлено.

Таблица 1

Средние показатели некоторых анатомических признаков однопарного листа кормовых бобов (P=0.05)

| Анатомические признаки | Значения анатомических признаков исследованных образцов бобов (продуктивность семян с растения) | | | | |
|--------------------------------|---|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Афганские Местные (23.7 г/раст.) | Популяция-95(37.5 г/раст.) | Эр-бан-цин-ху-доу (45.7 г/раст.) | К-1559 (39.3 г/раст.) | К-1456 (40.7 г/раст.) |
| Толщина эпидермы, мкм | 44.8±2.6 | 49.5±1.8 | 39.4±3.9 | 42.5±3.6 | 33.6±2.3 |
| Толщина хлоренхимы, мкм | 86.8±2.3 | 116.0±2.8 | 91.4±7.3 | 78.1±7.6 | 91.7±7.4 |
| Толщина склеренхимы, мкм | 114.1±5.0 | 68.8±1.6 | 102.7±6.6 | 61.9±7.8 | 78.0±4.1 |
| Толщина флоэмы, мкм | 82.3±4.8 | 51.5±2.3 | 69.5±3.7 | 80.7±3.4 | 80.0±1.7 |
| Толщина ксилемы, мкм | 95.9±8.5 | 123.6±6.3 | 123.6±5.8 | 117.6±4.2 | 130.6±2.4 |
| Соотношение «флоэма : ксилема» | 0.86 | 0.42 | 0.56 | 0.69 | 0.61 |
| ЧУВЭ, шт. | 43.0±1.1 | 34.4±2.0 | 50.1±2.4 | 24.2±2.5 | 17.6±1.6 |
| ЧУНЭ, шт. | 54.7±1.8 | 43.8±1.7 | 67.6±3.1 | 18.7±2.6 | 45.4±3.3 |
| Соотношение «ЧУВЭ: ЧУНЭ» | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 1.3 | 0.4 |
| ВУВЭ, мкм | 40.7±1.3 | 48.5±1.8 | 36.8±1.1 | 43.6±1.3 | 40.1±1.1 |
| ВУНЭ, мкм | 43.4±1.3 | 47.6±1.3 | 43.0±0.9 | 45.1±1.4 | 46.6±0.9 |
| «ВУВЭ: ВУНЭ» | 0.9 | 1 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |

Примечания (здесь и далее): ЧУВЭ – число устьиц (шт. на 1 мм²) на верхней эпидерме листовой пластинки, ВУВЭ – величина устьиц (длину замыкающих клеток) на верхней эпидерме, ЧУНЭ – число устьиц на нижней эпидерме и величина ВУНЭ устьиц на нижней эпидерме.

Достоверно меньший объем флоэмы характерен для образца Популяция-95, у Эр-бан-цин-ху-доу флоэма немного толще, у остальных же образцов интервал варьирования признака общий и составляет 79.98–82.25 мкм. Минимальной толщиной ксилемы характеризовался образец Афганские Местные, у него же соотношение «флоэма : ксилема» максимально, а минимально у Популяции-95. По данным многолетних исследований, Афганские Местные не отличались хорошей семенной продуктивностью, тогда как самый высокопродуктивный образец Эр-бан-цин-ху-доу имел это соотношение 0.56, и также продуктивные номера К-1559 и К-1456 соответственно 0.69 и 0.61. Следовательно, можно предположить, что соотношение «флоэма :



ксилема» в проводящем пучке высокопродуктивного образца кормовых бобов стремится к 0.6. Если же это соотношение приближается к 1, то можно прогнозировать снижение продуктивности семян.

При анализе устьиц на верхней и нижней эпидерме листовой пластинки однопарного листа выявлено следующее. По числу устьиц на верхней эпидерме все образцы достоверно отличались друг от друга. При этом наименьшим показателем ЧУВЭ характеризовался К-1456, а наибольшим – образец Эр-бан-цин-ху-доу. Минимум устьиц на нижней эпидерме отмечено у К-1559, а максимум – снова у Эр-бан-цин-ху-доу. Отметим, что соотношение числа устьиц на верхней и нижней эпидерме (ВУВЭ : ВУНЭ) превысило 1 лишь у образца К-1559, то есть на верхней стороне листьев этого образца устьиц больше, чем на нижней.

Относительно ВУВЭ можно сказать следующее: они достоверно крупнее у Популяции-95 и мельче у образца Эр-бан-цин-ху-доу. На нижней эпидерме наименьшая длина замыкающих клеток отмечена у Эр-бан-цин-ху-доу и Афганских Местных. Кроме того, у всех номеров отмечено близкое к 1 соотношение размеров устьиц на верхней и нижней эпидерме.

Относительно коэффициентов корреляции анатомических признаков черешка и листовой пластинки в ходе исследования выявлено следующее. У образцов Афганские Местные, Популяция-95 и К-1559 толщина хлоренхимы в черешке очень сильно коррелировала с размерами устьиц на верхней эпидерме листа (соответственно +0.937, -0.731, -0.781), причем положительно лишь у Афганских Местных (табл. 2). У них же с увеличением толщины эпидермы черешка наблюдалось уменьшение толщины других тканей. У образца К-1559 выявлена сильная отрицательная связь толщины хлоренхимы и положительная связь склеренхимы с другими тканями (кроме флоэмы).

Таблица 2

Взаимосвязь некоторых анатомических признаков однопарного листа бобов

| Признак | Название образца | | | | |
|---------------------|--------------------|--------------|-------------------|--------|--------|
| | Афганские Местные | Популяция-95 | Эр-бан-цин-ху-доу | К-1559 | К-1456 |
| | Толщина эпидермы | | | | |
| Толщина хлоренхимы | -- | ++ | --- | -- | - |
| Толщина ксилемы | ++ | --- | ++ | + | + |
| Толщина склеренхимы | - | + | ++ | ++ | + |
| флоэма | ++ | + | ++ | + | --- |
| ЧУНЭ | -- | --- | - | ++ | -- |
| | Толщина хлоренхимы | | | | |
| Толщина ксилемы | - | --- | - | -- | ---- |
| Толщина склеренхимы | ≈ | - | - | --- | ---- |
| ЧУВЭ | -- | ≈ | - | -- | -- |
| | Толщина ксилемы | | | | |
| Толщина флоэмы | - | - | ++ | --- | ≈ |
| ЧУВЭ | - | ++ | +++ | + | ++ |
| ВУНЭ | + | -- | + | + | ++ |
| | ВУНЭ | | | | |
| ЧУВЭ | ++ | ++ | + | +++ | ++ |
| Толщина склеренхимы | ++ | -- | + | +++ | ++ |
| Толщина флоэмы | --- | +++ | ++ | + | ++ |

Примечание: направление связи «+» – положительная и «-» – отрицательная корреляция, степень тесноты связи выражена количеством знаков «+» или «-»: «+» – коэффициент корреляции $r < 0.3$, «+ +» – коэффициент корреляции 0.3–0.7, «+ + +» – коэффициент корреляции 0.7–0.9 и «+ + + +» – при $r > 0.9$; ≈ 0 – связь отсутствует

Сокращения: те же, что и в таблице 1.

У Афганских Местных выявлена слабая отрицательная корреляция толщины механической и покровной тканей (-0.162), тогда как у других исследованных образцов эта связь положительная. Следует отметить, что Афганские Местные – низкопродуктивный сорт, а Эр-бан-цин-ху-доу – высокопродуктивный, но соотношение склеренхимы и эпидермы у них близкое, что свидетельствует о невозможности использования этого признака в качестве косвенного показателя продуктивности. С толщиной хлоренхимы выявлена обратная корреляция толщины ксилемы и эпидермы Афгански Местных, Эр-бан-цин-ху-доу и К-1559, тогда как у Популяции-95 отмечена противоположная по знаку корреляция.

Положительная связь толщины ксилемы и склеренхимы выявлена для образцов Эр-бан-цин-ху-доу, К-1559 и К-1456 (соответственно +0.649, +0.737 и +0.895), тогда как у Популя-



ции-95 направление этой связи отрицательное ($-0,186$). Отрицательная корреляция флоэмы и ксилемы выявлена у К-1559, Местные и Популяции-95 (соответственно $-0,847$, $-0,137$ и $-0,112$). Толщина флоэмы положительно коррелировала с толщиной эпидермы у всех исследуемых образцов, кроме К-1456, у которого эта корреляция отрицательна.

Анализ взаимосвязей числа и размеров устьиц на верхней и нижней эпидерме листа показал, что у всех образцов ВУНЭ положительно взаимосвязан с ЧУВЭ. Интересные данные получены при анализе связей числа и размеров устьиц листовой пластинки с толщиной тканей черешка. Так, признак ВУНЭ положительно связан с толщиной склеренхимы и ксилемы у всех образцов (кроме Популяции-95 и Эр-бан-цин-ху-доу), а ВУВЭ отрицательно коррелировал с толщиной эпидермы черешка (у всех образцов, кроме К-1559). Число и размер устьиц отрицательно коррелировали у образца К-1559 с толщиной хлоренхимы, у Местных – с толщиной эпидермы, а у К-1456 были положительно связаны с толщиной флоэмы.

Заключение

Итак, проведенные исследования позволили установить, что у кормовых бобов сорта Эр-бан-цин-ху-доу, с высокой продуктивностью семян, отмечено наибольшее число устьиц на единицу площади листа и наименьшая их величина, по сравнению с остальными сортообразцами. Тем не менее, из всех исследуемых анатомических параметров черешка и листа кормовых бобов нельзя выбрать косвенный признак продуктивности.

Список литературы

1. Гришин И.А., Котлярова Л.Л. Роль зернобобовых в решении белковой проблемы // Кормопроизводство. – 1997. – №5–6. – С. 19–21.
2. Williams P., Nakkoul H. Some new concepts of food legume quality evaluation at ICARDA // Faba bean. Kabuli chickpeas, Lentils. – 1985. – Pp. 245–256.
3. Яковлев Г.П. Бобовые многошара. – Л.: Наука, 1991. – 144 с.
4. Станкевич А.К. Род *Vicia* и его положение в трибе Fabae (семейство Fabaceae) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства. – 1983. – Т. 79. – С. 3–10.
5. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1964.
6. Лотова Л.И. О фасциации стебля русских бобов / В сб.: Морфология растений. – М., 1967. – С. 77–81.
7. Стебакова Е.Н. Обоснование морфофизиологических параметров перспективного сорта бобов для Центрально-Черноземного региона России: Автореф. дисс...канд. с.-х. наук. – Орел, 2007. – 22 с.
8. Frechilla S., Talbott L.D., Zeiger E. The blue light-specific response of *Vicia faba stomata* acclimates to growth environment // Plant and Cell physiology. – 2004. – №11. Vol. 45. – P. 1709.
9. Ritchie R.J., Fieuw-Makaroff S., Patrick J.W. Sugar retrieval by coats of developing seeds of *Phaseolus vulgaris* L. and *Vicia faba* L // Plant and Cell physiology. – 2003. – №2. Vol. 44. – P. 163.
10. Агроклиматический атлас мира / Под ред. И.А. Гольцберга. – М.–Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 113 с.
11. Ахтырцев Б.В., Соловиченко В.Д. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование. – Воронеж, 1984. – 260 с.
12. Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М., 1979. – 155 с.

COMPARATIVE STUDYING OF SAMPLES OF FODDER BEANS ON ANATOMIC SIGNS OF LEAF

Ngo Thi Diem Kieu, Yu.N. Kurkina

Belgorod State National Research
University University, 85 Pobeda St.,
Belgorod, 308015, Russia

E-mail: corindonkdk168269@yahoo.com

Comparative study of one-pair leaf epidermis of the studied samples of fodder beans did not reveal any differences. It is established that in the carrying-out bunch of an one-pair leaf petiole of a highly productive sample of fodder beans ratio “the phloem : the xylem” tends to 0.6 and xylem thickness is negatively correlated with the volume of chlorenchyma, and the leaf epidermis is characterized by the greatest number of stomata.

Key words: leaf anatomy, fodder beans, indirect signs of efficiency of the seeds.