

## Биологические науки

УДК 581:631.524

### **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ И БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ АДАПТИВНОСТЬ *ZIZYPHUS JUJUBA* MILL. (УНАБИ) ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

**В.А. Семенютина**, Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт (Волгоград, Россия), e-mail: vnialmi@yandex.ru.

**И.П. Свинцов**, Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт (Волгоград, Россия), e-mail: vnialmi@yandex.ru.

**Аннотация.** Географическая изменчивость, степень адаптации и репродуктивной способности растений, связанные с проявлением экологической пластичности в условиях интродукции, является средством установления биологических параметров каждого конкретного вида к соответствующим экологическим условиям среды. Материал ориентирован на решение методологических вопросов интродукции, сохранения, повышения и непрерывное использование биоразнообразия древесных видов для формирования устойчивых многофункциональных лесомелиоративных комплексов. Приобретает актуальность проблема адаптации и подбора растений на основе изучения биологических параметров вида в целом и всесторонне с учетом амплитуды эколого-физиологической изменчивости растений, их способности к семенному размножению. Разработана методика оценки биоморфологических признаков и биохимических свойств, характеризующих адаптивность *Zizyphus jujuba* Mill. (унаби) для многофункциональных насаждений. Она базируется на оценке биологического потенциала растений в системе «генотип-среда», а также репродуктивных особенностей

всестороннего изучения и оценки хозяйственной пригодности сортового разнообразия. Разработаны методики выявления закономерностей роста и развития кустов в зависимости от лимитирующих факторов среды, определения адаптационных возможностей сортов унаби в условиях светло-каштановых почв, оценки биохимического состава плодов (общий сахар, рутин, аскорбиновая кислота) в зависимости от сроков созревания и сортовой принадлежности.

**Ключевые слова:** методика оценки, биоморфологические признаки, биохимическая характеристика, адаптация, *Zizyphus jujuba* Mill. (унаби), многофункциональные насаждения

## METHODS OF ASSESSMENT OF BIOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND BIOCHEMICAL PROPERTIES CHARACTERIZED ADAPTABILITY OF ZIZYPHUS JUJUBA MILL. FOR MULTIFUNCTIONAL PLANTINGS

V.A. Semenyutina, All-Russian Scientific-Research Institute of Agroforest Reclamation (Volgograd, Russia).

I.P. Svintsov, All-Russian Scientific-Research Institute of Agroforest Reclamation (Volgograd, Russia).

**Abstract** Geographical variation, adaptability and reproductive ability of plants associated with the expression of ecological plasticity in conditions of introduction, are means of establishing the biological parameters of each species to the relevant environmental conditions of the environment. The material is designed to address methodological issues of introduction, maintenance, enhancement and continuous use of the biodiversity of woody species for the development of sustainable multifunctional agroforestry systems. The problem of adaptation and selection of plants based on the study of the biological parameters of the species as a whole and comprehensively taking into account the amplitude ecological and physiological variability of plants, their ability to seed reproduction becomes more relevant. The authors developed a method for estimating of biomorphological characteristics and biochemical properties that characterize the adaptability of *Zizyphus jujuba* Mill. (jujube) for multifunctional plantings. It is based on an assessment of the biological potential of plants in the system of "genotype-environment", as well as reproductive features of the selected target using its own biological resources with the possibility of a comprehensive study and evaluation of the economic suitability of varietal diversity. The authors developed the methods of identification of patterns of growth and development of bushes depending on the limiting factors of the environment, the determination of the adaptation possibilities of jujube cultivars in the conditions of light-chestnut soils, evaluation of biochemical composition of fruits (total sugar, rutin, ascorbic acid), depending on the ripening and varietal facilities.

**Keywords:** assessment methods, biomorphological features, biochemical characterization, adaptation, *Zizyphus jujuba* Mill., multifunctional plantings.

Род унаби (*Zizyphus*) включает около 50 видов. Виды рода распространены в тропических и субтропических районах всех континентов, кроме Северной Америки. Дикорастущие разновидности представлены в Афганистане, Сирии, Азербайджане, Туркмении, Таджикистане, Иране, Индии, Китае, Японии, Пакистане. Унаби – листопадные или вечнозеленые деревья и кустарники до 5-7 м высотой, которые в варьирующих метеорологических условиях устойчиво формируют высокий урожай [3, 7]. В тропической зоне растения часто сбрасывают листья с наступлением весенне-летней жары. Плод – костянка, около 3-4 см. длиной с красновато-коричневой тонкой глянцевой кожицей. Плоды по внешнему виду и содержанию сухих веществ очень напоминают финики, имеют суховатую, нежную, сладкую мякоть [4].

Интродукция морозостойких сортов *Zizyphus jujuba* представляет научно-практический интерес для южных районов Нижнего Поволжья, биохимический состав плодов которых мало изучен [3, 4, 6].

Цель исследований – разработать м

биохимических свойств, характеризующих адаптивность *Zizyphus jujuba* Mill. (унаби) для многофункциональных насаждений

Методика исследований базировалась на натуральных и лабораторных наблюдениях и экспериментах, которые проводились на опытных участках [1]. Накопление аскорбиновой кислоты в плодах определялось по ГОСТ 24556-89, сахара по ГОСТ 875613-87, определение рутина по методу Левенталя.

Объектами исследований являются сорта унаби (*Zizyphus jujuba* Mill.): крупноплодные – *Та-ян-цзао*, *Южанин*, среднеплодные – *Дружба*, *Финик*, мелкоплодные – *Сочинский*, *Темрюкский* (рисунок 1).

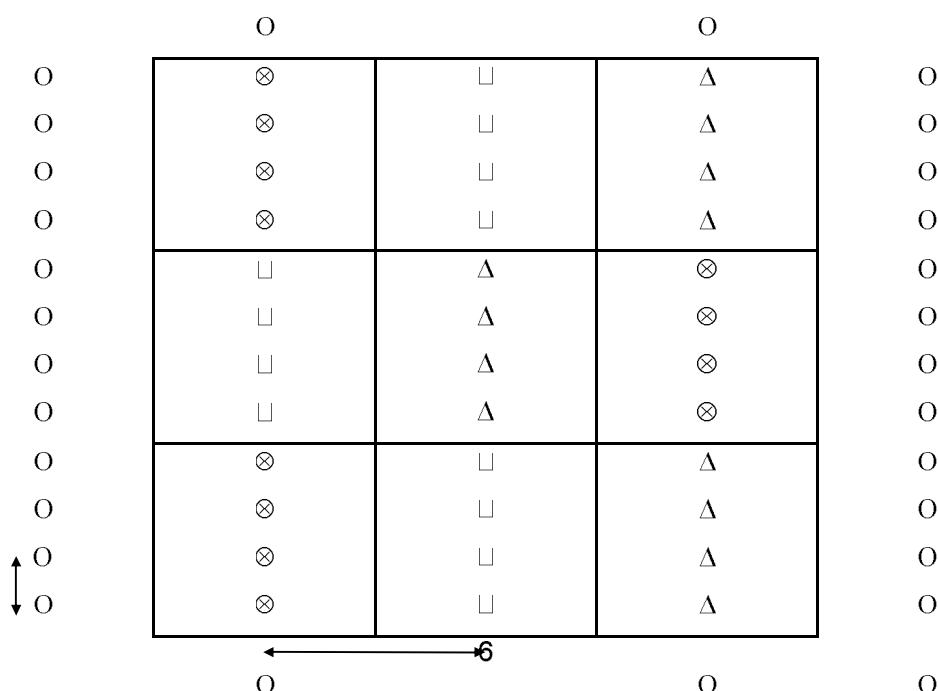


Рисунок 1. Схема коллекционного участка (унаби, сорта).

Условные обозначения:

Вариант 1-⊗ - Та-Ян-Цзао

2- □□ - Бурним

3-Δ - Дружба

4-О - Мелкоплодные формы и сортосмесь

В опыте:

Общая площадь-1680 м<sup>2</sup>

Площадь питания 6х4 м

Повторность 3-кратная

Сезонное развитие сортов унаби (крупноплодные – *Та-ян-цзао*, *Южанин*, среднеплодные – *Дружба*, *Финик*, мелкоплодные – *Сочинский*, *Темрюкский*) изучается методом фенологических наблюдений по методике, разработанной ГБС. В течение вегетационного сезона ведутся наблюдения: отмечаются набухание почек (начало и массовое), зеленение, наступление полного облиствения, появление бутонов, цветение (начало, массовое, конец), характер цветения, окончание роста побегов, созревание семян (начало, массовое), отмечается характер плодоношения, раскраска листьев, листопа

(начало, массовый), продолжительность роста побегов, длина вегетационного периода в днях (табл. 1).

Таблица 1. Фенологические показатели роста и развития *Zizyphus jujuba*

Массовое набухание почек	Распускание почек	Завершение облиствления	Продолжительность роста побегов	Появление бутонов	Начало цветения	Листопад массовый	Период вегетации
--------------------------	-------------------	-------------------------	---------------------------------	-------------------	-----------------	-------------------	------------------

*Примечание:* Фенологические наблюдения записывают в специальный журнал.

Наблюдения проводят над каждым выбранным растением с интервалами в 5 дней. Результаты наблюдений записывают в виде формулы в одну строку, например: 5.VII Пб<sup>4</sup> Лб<sup>6</sup> Пч<sup>3</sup> Цв<sup>3</sup>.

Наряду с изучением сезонного развития проводятся замеры линейного роста побегов (через каждые 5 дней в 10-ти кратной повторности, табл. 2).

Таблица 2. Прирост верхушечных и боковых побегов

Сорт	Верхушечные побеги		Боковые побеги	
	прирост, см	период роста, дней	прирост, см	период роста, дней

В конце сезона проводятся замеры высоты, диаметра, размера кроны (табл. 3).

Таблица 3. Таксационные показатели

Сорт	Высота, см	Проекция кроны		Диаметр стволиков, штамба, см	Количество стволиков, шт.
		Ю-С, м	В-З, м		

На фоне изменяющихся метеорологических условий и влажности почвы в период вегетации изучается водный обмен и состояние унаби. Изучение поведения растений в периоды снижения влажности почвы и воздуха позволит установить не только влияние фактора обезвоживания на состояние различных видов, но и вскрыть и сравнить природу их засухоустойчивости.

Для изучения общего содержания воды в листьях, водоудерживающей способности берутся листья - 7-9-ый от основания побега со среднего яруса кроны с юго-восточной стороны в утренние часы (8-9 час).

Оводненность листьев определяется путем высушивания растительных образцов до постоянной массы при температуре 105<sup>o</sup>C (в трехкратной повторности, навеска из 3-5 г.). Расчет общего количества воды (P) в % от сырого веса навески ведется по формуле:

$$P = \frac{100 (b - в)}{b - a},$$

где а - вес бюкса, б - вес бюкса с сырой навеской, в - вес бюкса с сухой навеской.

Определение водоудерживающей способности и во

общепринятым методикам [2]. Сравнительное изучение степени засухоустойчивости сортов унаби также проводится методом выхода электролитов (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительная оценка засухоустойчивости видов по относительному выходу электролитов

Группа	Сорт	Относительный выход электролитов	Критерий достоверности Стьюдента	Степень засухоустойчивости
--------	------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------

Для защитного лесоразведения и озеленения в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья представляют теоретический и практический интерес изучение процессов адаптации и выявление закономерностей структурных приспособлений к неблагоприятным условиям среды.

Исследования по выявлению ксероморфности листьев древесных видов по их анатомическим структурам проводят параллельно в различных географических пунктах (Волгоградская область, Краснодарский край). Объектом исследований являются листья *Zizyphus jujuba*, взятые с растений одного возраста (табл. 5).

Таблица 5 - Адаптационные возможности анатомических структур листа у различных видов

Виды	Площадь листа, см <sup>2</sup>	Объем листа, см <sup>3</sup>	Индекс поверхности/объем	Толщина листа				
				общая	Покровных тканей	Палисадной паренхимы	Губчатой паренхимы	Число рядов палисадной паренхимы

\* в числителе данные выражены в микрометрах, в знаменателе – в процентах

Выявлено, что при интродукции растений в аридную зону наблюдается утолщение листовых пластинок и клеточных оболочек эпидермиса, развивается более мощная кутикула, наблюдается удлинение клеток палисадной ткани. В засушливых условиях палисадная ткань преобладает над губчатой [5].

Под действием сухости воздуха и высокой температуры степень ксероморфности растений усиливается, что является важным показателем приспособления к аридным условиям.

Общая адаптация кустарников к климатическим показателям определяется по зимостойкости и засухоустойчивости. Зимостойкость учитывается после фазы полного облиствления (май-июнь) по шестибальной шкале, которая трансформирована нами с целью получения более равномерного шага градации, приближающемуся к 0,2 [2].

исследований, позволяют выявить экстремальные зимние температуры.

Репродуктивная способность изучается количественной и качественной оценкой цветения и плодоношения. Для определения характера и периодичности плодоношения оценка проводится ежегодно. Сорта распределяются по группам и среднему баллу плодоношения.

Обработка результатов наблюдений за цветением позволяет получить среднюю многолетнюю оценку цветения, что позволит судить об общем уровне цветения различных сортов. В то же время средние погодичные оценки характеризуют его характер в том или ином году в зависимости от видовой принадлежности растения и экологических условий.

Учет сравнительной структуры урожая плодов унаби проводят в соответствии с методикой (табл. 6).

Таблица 6. Учет сравнительной структуры урожая плодов унаби

Сорт, форма	Урожай с 1 растения, кг	Средняя масса плода, г	Число плодов на дереве, тыс. шт.	Доля плодов, %		
				крупных больше 10 г	средних, от 6 до 10 г	мелких, меньше 5 г

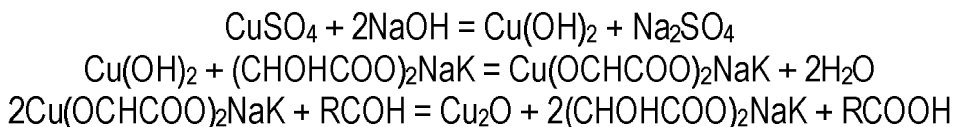
Судьба урожая в значительной степени определяется еще до цветения при заложении генеративных почек. Наибольшее влияние на закладку генеративных почек оказывают уровень температуры и влажности воздуха. Для определения влияния температур на закладку генеративных органов определяется сумма активных температур, а также процентное отношение дефицита влажности воздуха в 13 час к абсолютно минимальному за этот же календарный период.

Вторым периодом, важным при завязывании плодов является жизнеспособность пыльцы. При завязывании плодов проводятся наблюдения о влиянии уровня температуры, влажности воздуха и продолжительность солнечного дня. Завязываемость плодов определяется по годам в %.

Качественный состав плодов новых сортов один из важнейших показателей успеха интродукции. Накопление биологически активных веществ обуславливается сортовыми особенностями и условиями произрастания. Ценность плодов определяется повышенным содержанием в них аскорбинов.

В плодах унаби как сумму сахаров, так и отдельно моносахара и сахарозу определяют по Бертрану.

Метод основан на способности редуцирующих сахаров, обладающих свободной карбонильной группой, восстанавливать в щелочном растворе окисную медь в закисную. Сахароза и другие олигосахара, у которых связаны обе карбонильные группы, требуют предварительного гидролиза кислотой (HCl) или ферментом. Задача заключается в определении количества образовавшегося осадка закиси меди, которое строго соответствует количеству сахара в р



### Ход анализа

Плоды тщательно моют, обтирают и измельчают на терке. Из хорошо перемешанной мезги берут навеску плодов (25 г.) унаби каждого сорта отдельно заливают 150 мл дистиллированной воды в 250 мл колбе. Добавляют 2-3 капли раствора карбоната натрия и нагревают на водяной бане до 80°C, после чего выдерживают в горячей воде при той же температуре 15 мин. и охлаждают.

После охлаждения приливают 10 мл 15%-ного сульфата цинка ( $\text{ZnSO}_4$ ) и 10 мл 10%-ного раствора желтой кровяной соли ( $\text{K}_4\text{Fe(CN)}_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) и доводят до метки дистиллированной водой, после чего фильтруют через складчатый фильтр. Получается фильтрат А, в котором определяют моносахара.

Для определения моносахаров в эрленмейеровскую колбу на 100 мл наливают 5 мл фильтрата А, 20 мл сульфата меди и 20 мл раствора сегнетовой соли, нагревают до кипячения, кипятят 3 мин, затем красному осадку закиси меди дают осесть, а находящуюся сверху жидкость сливают и фильтруют через фильтр Шота. Осторожно промывая горячей дистиллированной водой, фильтр Шота вставляют в колбу Бунзена. Берут 25 мл раствора железо-аммонийных квасцов и наливают понемногу на фильтр, где находится осадок закиси меди. После растворения всей закиси меди ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) промывают фильтр горячей водой и раствор, собравшийся в колбе, титруют 0,1 Н раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления розового окрашивания. 1 мл 0,1 Н раствора  $\text{KMnO}_4$  соответствует 6,36 мг  $\text{Cu}$ .

По таблице Бертрана (зная количество меди, участвовавшее в реакции) находим, сколько было сахара в исследуемом растворе.

1. Находим количество плодов, взятых для определения инвертного сахара по формуле  $N \cdot V_1 \div V_2$ , где  $N$  – навеска (масса),  $V_1$  – объем фильтрата,  $V_2$  – общий объем. Подставляя численные значения, получаем  $25 \cdot 5 \div 250 = 0,5$  г (плодов).

На титрование раствора при 5 мл фильтрата А израсходовано 45 мл  $\text{KMnO}_4$ . 1 мл 0,1 Н раствора  $\text{KMnO}_4$  соответствует 6,36 мг  $\text{Cu}$ ;

2. Находим количество восстановленной меди в 5 мл фильтрата А:  
 $45 \cdot 6,36 = 286,2$  (мг).

Вычисленное количество  $\text{Cu}$  переводим в соответствующий сахар (содержание которого определяется по табл. Бертрана в %).

Для определения сахарозы 50 мл фильтрата А помещают в мерную колбу на 100 мл, прибавляют 3 мл концентрированной  $\text{HCl}$ . Колбу нагревают до 68-70°C на водяной бане и выдерживают при этой температуре 8 мин. После этого вытяжку охлаждают до 20°C и доливают водой до метки. Полученный фильтрат будем называть «фильтратом Б». В колбу Эрленмейера на 100 мл (коническая колба) наливают: 20 мл  $\text{CuSO}_4$ , 20 мл сегнетовой соли и 10 мл вытяжки фильтрата Б. Кипятят в течение 3 мин. Далее схема опыта соответствует

складывается из дисахаров и моносахаров.

#### *Количественное определение аскорбиновой кислоты*

Данный метод используется в Государственной Фармакопее при определении содержания витамина С в плодах [1].

1. Из грубо измельченной аналитической пробы плодов берут навеску массой 20 г, помещают ее в фарфоровую ступку и тщательно растирают со стеклянным порошком (около 5 г), постепенно добавляя 300 мл воды, и настаивают 10 мин.
2. Затем смесь размешивают и извлечение фильтруют.
3. В коническую колбу вместимостью 100 мл вносят 1 мл полученного фильтрата, 1 мл 2 % раствора хлористоводородной кислоты, 13 мл воды, перемешивают и титруют из микробюретки раствором *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* (0,001 моль/л) до появления розовой окраски, не исчезающей в течение 30–60 секунд. Титрование продолжают не более 2 мин.
4. \*В случае интенсивного окрашивания фильтрата или высокого содержания в нем аскорбиновой кислоты [расход раствора *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* (0,001 моль/л) более 2 мл], обнаруженного пробным титрованием, исходное извлечение разбавляют водой в 2 раза или более.
5. Содержание аскорбиновой кислоты в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле

$$X = V \cdot 0,000088 \cdot 300 \cdot 100 / m \cdot (100 - W)$$

0,000088 – количество аскорбиновой кислоты, соответствующее 1 мл раствора *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* (0,001 моль/л), в граммах;

V – объем раствора *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* (0,001 моль/л), пошедшего на титрование, в миллилитрах;

m – масса сырья в граммах;

W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

#### **Примечания**

Приготовление раствора *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* (0,001 моль/л): 0,22 г *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* растворяют в 500 мл свежeproкипяченной и охлажденной воды при энергичном взбалтывании (для растворения навески раствор оставляют на ночь). Раствор фильтруют в мерную колбу вместимостью 1 л и доводят объем раствора водой до метки.

*Установка титра.* Несколько кристаллов (3–5) аскорбиновой кислоты растворяют в 50 мл 2 % раствора серной кислоты; 5 мл полученного раствора титруют из микробюретки раствором *2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия* до появления розового окрашивания, исчезающего в течение 1–2 недели. Другие 5 мл этого же раствора аскорбиновой кислоты титруют раствором калия йодата (0,001 моль/л) в присутствии нескольких кристаллов (около 2 мг) калия йодида и 2–3 капель раствора крахмала до появления голубого окрашивания.



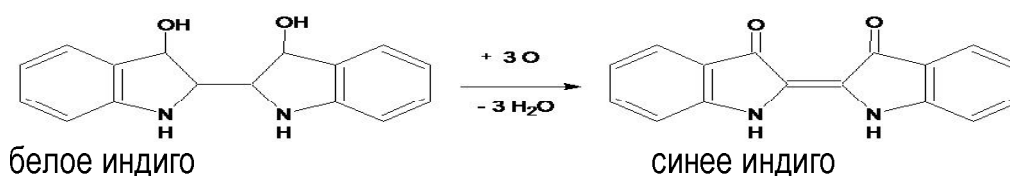
$$X = V/V_2, \text{ где}$$

$V$  – объем раствора калий иодата (0,001 моль/л), пошедшего на титрование, в миллилитрах;  $V_1$  – объем раствора 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия, пошедшего на титрование, в миллилитрах.

#### Определение рутина

Количественное определение рутина основано на его способности окисляться перманганатом. В качестве индикатора применяется индигокармин, который вступает в реакцию с перманганатом после того, как окислится весь рутин. Экспериментально установлено, что 1 мл 0,1 N раствора перманганата калия окисляет 6,4 мкг рутина.

При окислении белое индиго меняет цвет и переходит в светло-желтый, красно-фиолетовый и фиолетово-синий цвет.



#### Реактивы:

1. Перманганат калия, 0,05 N раствор.
2. Индикатор индигокармин.

#### Оборудование:

1. Конические колбочки на 50 мл, 2 шт.
2. Пипетка на 10 мл.
3. Бюретка для перманганата калия.

К 100 мг сухого вещества приливают 50 мл горячей дистиллированной воды и проводят экстракцию в течение 5 минут. 10 мл экстракта отмеряют в коническую колбочку, добавляют 10 мл дистиллированной воды и 10 капель индигокармина. Титруют 0,05 N раствором перманганата калия до появления устойчивой желтой окраски.

Расчет производят по следующей формуле:

$$X = 3,2 \cdot A \cdot 50 \cdot 100 / 10 \cdot 0,1 \cdot 1000$$

где  $x$  – содержание витамина Р в миллиграмм-процентах;  $A$  – количество миллилитров 0,05 N раствора перманганата калия, пошедшее на титрование; 0,1 – количество сухого вещества в граммах, взятое для анализа; 10 – количество миллилитров вытяжки, взятое для титрования; 50 – количество миллилитров воды, добавленное к сухому веществу для экстракции, т.е. общее количество вытяжки; 100 – общее количество вещества в граммах для расчета процентного содержания (1000 – мкг переводят в мг).

Накопление аскорбиновой кислоты в растениях в сильной степени зависит от условий их выращивания. В листьях, стеблях, плодах и корнях растений, выращенных в северных районах, витамина С значительно больше, чем в растениях, возделываемых на юге.

Таким образом, оценка адаптации сортов *Zizyphus jujuba* Mill.

позволит научно обосновать применение унаби в многофункциональных лесонасаждениях Нижнего Поволжья.

### Литература:

1. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. М.: Высшая школа, 1988.
2. Методические указания по семеноведению древесных интродуцентов в условиях засушливой зоны / А.В. Семенютина [и др.]. М.: Россельхозакадемия, 2010. 57 с.
3. Свинцов И.П., Семенютина В.А. Адаптация *Zizyphus jujuba* в засушливых условиях // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. №2(34). С. 9-14.
4. Семенютина В.А., Свинцов И.П. Биохимическая характеристика плодов и адаптация сортового разнообразия унаби в Нижнем Поволжье // Современные проблемы науки и образования. 2015. №1. С. 1089. URL: <http://science-education.ru/121-18217>
5. Семенютина В.А. Экологическая пластичность сортов *Zizyphus jujuba* в условиях Нижнего Поволжья // Экологический мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем / под общ. ред. И.И. Васинева, Р. Валентины. М., 2015. С. 167-170.
6. Kurihara Y. Characteristics of antisweet substances, sweet proteins, and sweetness-inducing proteins // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 32, 1992, 231-252.
7. Semenyutina V.A., Svintsov I.P. Comprehensive assessment of economically valuable plants for their mobilization and formation of multi-regional biodiversity collections Nursery // Международна научна школа «Парадигма». В 8 томах. Т. 8: Биология. Химия. Земеделие: сборник научни статии. Варна: ЦНИИ «Парадигма», 2015. С. 7-13.

### References:

1. Alejnikova T.L., Rubcova G.V. Rukovodstvo k prakticheskim zanjatijam po biologicheskoj himii. M.: Vysshaja shkola, 1988.
2. Metodicheskie ukazanija po semenovedeniju drevesnyh introducentov v uslovijah zasushljivoj zony / A.V. Semenjutina [i dr.]. M.: Rossel'hozakademija, 2010. 57 s.
3. Svincov I.P., Semenjutina V.A. Adaptacija *Zizyphus jujuba* v zasushlivyh uslovijah // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2014. №2(34). S. 9-14.
4. Semenjutina V.A., Svincov I.P. Biohimicheskaja harakteristika plodov i adaptacija sortovogo raznoobrazija unabi v Nizhnem Povolzh'e // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. №1. S. 1089. URL: <http://science-education.ru/121-18217>
5. Semenjutina V.A. Jekologicheskaja plastichnost' sortov *Zizyphus jujuba* v uslovijah Nizhnego Povolzh'ja // Jekologicheskij monitoring, modelirovanie i proektirovanie v uslovijah prirodnyh, gorodskih i agrojekosistem / pod obshh. red.

167-170.

6. Kurihara Y. Characteristics of antisweet substances, sweet proteins, and sweetness-inducing proteins // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 32, 1992, 231-252.

7. Semenyutina V.A., Svintsov I.P. Comprehensive assessment of economically valuable plants for their mobilization and formation of multi-regional biodiversity collections Nursery // *Mezhdunarodna nauchna shkola «Paradigma». V 8 tomah. T. 8: Biologija. Himija. Zemedelie: sbornik nauchni stati.* Varna: CNII «Paradigma», 2015. S. 7-