Современная биология и генетика
(Международный научный журнал)

Modern Biology and Genetics
(International scientific journal)

2022

№1-2

Современная биология и генетика
Международный научный журнал, №1-2, 2022

Журнал основан в 2022 г.
ISSN 2181-340X (Online)
ISSN 2181-3396 (Print)

Журнал выходит 4 раз в год

Журнал зарегистрирован Агентство информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан (свидетельство о государственной регистрации средства массовой информации № 1587 от 20.04.2022 г.).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:
Б.Х.Аманов – д-р биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
Заместители главного редактора:
В.Б. Файзиев – д-р биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
Х.А.Муминов – д-р биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
Ответственный редактор:
Д.У.Закиров – стар. учит. (ЧГПУ, Узбекистан)
Члены редакционного совета:
А.А. Абдуллаев – академик АНРУз, д-р биол. наук, профессор (Узбекистан)
А.Х.Вахобов – д-р биол. наук, профессор (НУУз, Узбекистан)
К.Д. Давранов – д-р биол. наук, профессор (ИМ АНРУз, Узбекистан)
О.Э.Зиядуллаев – д-р хим. наук, профессор (ЧГПУ, Узбекистан)
С.Г.Бобоев – д-р биол. наук, профессор (НУУз, Узбекистан)
А.К.Рахимов- д-р пед. наук, профессор (ЧГПУ, Узбекистан)
И.Дж.Курбанбаев – д-р биол. наук, профессор (ИГиЭБР АНРУз, Узбекистан)
С.Н.Чирков – д-р биол. наук, профессор (МГУ, Россия)
Б.А.Сирожидинов - д-р биол. наук, доцент (АГПИ, Узбекистан)
А.Абдуллаев- д-р биол. наук, профессор (ИБФиГР АНРТ, Таджикистан)
Саид Хамода – д-р биол. наук, профессор (Каирский Университет Египет*)*
Равипракаш Г. Дани - д-р биол. наук, профессор (Биотехнологический центр, Индия)
А.Т.Ашуров - кан. биол. наук, доцент (Таджикского медицинского государственного университета имени Абу али ибн Сино, Таджикистан)
А.А.Темиров – кан. биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
Б.Р.Рамазанов – кан. биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
М.М.Ишмуратова – д-р биол. наук, профессор (БашГУ, г. Уфа, Россия)
А.С.Кистубаева – д-р биол. наук, профессор (КазНУ имени аль-Фараби, Казахстан)
А.Н.Худжанов – д-р фил. биол. наук, доцент (СГУ, Узбекистан)
А.К.Буронов – д-р фил. биол. наук, доцент (ЧГПУ, Узбекистан)
М.С.Аюбов – д-р фил. биол. наук, ст.н.с. (ЦГиБ АНРУз, Узбекистан)
Ш.У.Бобоходжаев – д-р фил. биол. наук, доцент (НУУз, Узбекистан)
Ж.Ш.Шавкиев – – д-р фил. биол. наук (ЧГПУ, Узбекистан)
Ф.Б.Эшбоев – д-р фил. биол. наук, (Институт Химии Растительных Веществ АН РУз)

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: 111700, Республика Узбекистан, Ташкентская область, город Чирчик, ул. А.Темура, д. 104.

E-mail: modern_biology.genetics.uz@mail.ru, www.cspi.uz
Учредитель и издатель: ООО «Lesson press»

Состав редакционного совета утвержден заседанием Чирчикского государственного педагогического института Ташкенской области (протокол № 13 от 31 март 2022 года).

Modern Biology and Genetics
International scientific journal, №1-2 (1-2), 2022

The journals is founded in 2022.
ISSN 2181-340X (Online)
ISSN 2181-3396 (Print)

The journal is issued 4 times year.

The journal registered by Agency for Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan (certificate of state registration of mass media No. 1587 от 20.04.2022).

EDITORIAL ATAFF:

Head editor:
B.Kh.Amanov – DSc, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
Deputy Chief Editors:
V.B.Fayziyev – DSc, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
Kh.A.Muminov – DSc, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
Executive editor:
D.U.Zakirov – senior teacher (ChSPU, Uzbekistan)
Members of the editorial board:
A.A.Abdullayev - DSc, professor, academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan
A.Kh.Vakhobov – DSc, professor (NUUz, Uzbekistan)
K.D.Davranov – DSc, professor (NUUz, Uzbekistan)
O.E.Ziyadullayev – DSc, professor (ChSPU, Uzbekistan)
S.G.Boboyev – DSc, associate professor (NUUz, Uzbekistan)
A.K.Raximov- DSc, professor (ChSPU, Uzbekistan)
I.Dj.Kurbanbayev – DSc, professor (Institute of *Institute of Genetics and Experimental Biology of Plants* the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan)
S.N.Chirkov – DSc, professor (Lomonosov Moscow State University, Russia)
B.A.Sirojidinov-DSc, associate professor (ASPI, Uzbekistan)
A.Abdullayev - DSc, professor (IBPPhandG NAST, Tajikistan)
Said Hamoda - DSc, professor (Cairo University, Egypt)
Raviprakash G. Dani – PhD, professor (Biotechnology Centre, India)
A.T.Ashurov- PhD, associate professor (Tajik Medical State University named after Abu Ali ibn Sino, Tajikistan)
A.A.Temirov – PhD, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
B.R. Ramazanov – PhD, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
M.M.Ishmuratova – DSc, associate professor (Bashkir State University, Ufa, Russia)
A.S.Kistubayeva – DSc, professor (Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan)
A.N.Khudjanov – PhD, associate professor (SSU, Uzbekistan)
A.K.Buronov – PhD, associate professor (ChSPU, Uzbekistan)
M.S.Ayubov – PhD (Center of Genomics and Bioinformatics, Uzbekistan)
Sh.U.Boboxodjayev – PhD, associate professor (NUUz, Uzbekistan)
J.Sh.Shavkiyev – PhD, Senior Researcher (ChSPU, Uzbekistan)
F.B.Eshboyev – PhD, Senior Researcher (Institute of Chemistry of Plant Substances AS RUz)

Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles. Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: 111700, Republic of Uzbekistan, Tashkent region, Chirchik city, st. A.Temur, 104.

modern_biology.genetics.uz@mail.ruwww.cspi.uz

Founder and publisher: «Lesson press» Ltd.

The composition of the editorial board was approved by the meeting of the Chirchik State Pedagogical Institute of the Tashkent region (minutes №13 dated March 31, 2022).

СОДЕРЖАНИЕ

Вирусология

Джовлиева Д.Т., Садриева З.Н., Мухамадалиев О.Д., Файзиев В.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ X ВИРУСА АЛЬСТРОМЕРИИ НА КОЛИЧЕСТВО ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ..... 8

Юсубахмедов А.А., Файзиев В.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ M ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЦР..... 14

Биотехнология

Юлдошова Н.А., Нурбоева Ш.О., Рахматуллаева А.К., Сафаров И.В.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ РОДОВ *CHLOROCOCCUM* И *SCENEDESMUS*, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ВОДОЕМАХ УЗБЕКИСТАНА..... 21

Физиологии и биохимии растений

Кобилов Ю.Т., Абдуллаев А.

НЕКОТОРЫЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТВЁДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЗАСУХИ В ТАДЖИКИСТАНЕ..... 30

Бабоева С.С., Усманов Р.М., Кулмаматова Д.Э.

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.), РАЙОНИРОВАННЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ..... 39

Геномика, протеомика, биоинформатика

Макамов А.Х., Салахутдинов И.Б., Дарманов М.М., Хусенов Н.Н., Норбеков Ж.К., Шерматов Ш.Э., Буриев З.Т., Абдукаримов А.А., Абдурахмонов И.Ю.

QTL КАРТИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ВОЛОКНА В РИЛ-ПОПУЛЯЦИИ CS-B22 ХЛОПЧАТНИКА 50

Генетика

Н. Чоршанбиев, Ж. Шавкиев, С. Набиев, А. Азимов, С. Буриева, Э. Пардаев

ГЕТЕРОЗИС И КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПКА (G.BARBADENSE L) В УЗБЕКИСТАНЕ..... 56

Буронов А.К., Хамроев Р.Ж.

НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЕЛКОВ ГЛИАДИНА У ГИБРИДОВ F_1-F_2 СТАРОДАВНИХ МЕСТНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В УЗБЕКИСТАНЕ..... 64

Муминов Х.А.

НАСЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ВНУТРИВИДОВЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ХЛОПЧАТНИКА И ПОЛУЧЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ F_1-РАСТЕНИЙ..... 71

Юбилеи

Аманов Б.Х., Муминов Х.А.

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛНОСТЬ АКАДЕМИКА АБДУЛЛАЕВА АБДУМАВЛОНА АБДУЛЛАЕВИЧА..... 78

Память

Бобоев С.Г., Рахимов А.К., Мирахмедов М.С.

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА МУСАЕВА ДЖУРЫ АЗИМБОЕВИЧА..... 86

CONTENTS

Virusology

Jovliyeva D.T., Sadriyeva Z.N., Muhamadaliyev O.D., Fayziyev V.B.

DETERMINATION OF THE EFFECT OF ALSTROMERIA X VIRUS ON CHLOROPHYLL AMOUNT IN PLANT LEAVES..... 8

Yusubakhmedov A.A., Fayziev V.B.

DETERMINATION OF SOME BIOLOGICAL PROPERTIES AND IDENTIFICATION OF POTATO VIRUS M USING THE PCR METHOD..... 14

Biotechnology

Yuldoshova N.A., Nurboeva Sh.O., Rakhmatullaeva A.Q., Safarov I.V.

QUALITATIVE COMPOSITION OF LIPIDS IN MICROALGAE OF THE GENERA CHLOROCOCCUM AND SCENEDESMUS, COMMON IN WATER BODIES OF UZBEKISTAN..... 21

Plant physiology and biochemistry

Kobilov Yu.T., Abdullaev A.

SOME PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS OF HARD WHEAT UNDER CONDITIONS OF LONG-TERM DROUGH IN TAJIKISTAN..... 30

Baboeva S.S., Usmanov R.M., Kulmamatova D.E.

PHENOTYPING OF DROUGHT TOLERANT SOFT WHEAT VARIETIES (*TRITICUM AESTIVUM* L.) REGIONALIZED IN CENTRAL ASIA…….. 39

Genomics, proteomics and bioinformatics

Makamov A.Kh., Salakhutdinov I.B., Darmanov M.M., Xusenov N.N., Norbekov J.K., Shermatov Sh.E., Buriev Z.T., Abdukarimov A.A., Abdurakhmonov I.Y.

IDENTIFICATION OF QUANTITATIVE TRAIT LOCI FOR FIBER QUALITY TRAITS IN COTTON RIL POPULATION…… 50

Genetics

Chorshanbiev N., Shavkiev J., Nabiev S., Azimov A., Burieva S., Pardaev E.

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY FOR YIELD OF COTTON (*G.BARBADENSE.* L) IN UZBEKISTAN..... 56

Buronov A.K., Xamroev R.J.

INHERITANCE AND VARIABILITY OF GLIADIN PROTEINS IN F_1-F_2 HYBRIDS OF LANDRACE WHEAT VARIETIES IN UZBEKISTAN..... 64

Muminov Kh.A.

INHERITANCE OF CERTAIN ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN INTRASPECIFIC VARIETIES OF COTTON AND F_1-PLANTS OBTAINED ON THEIR BASIS..... 71

Anniversaries

Amanov B.Kh., Muminov Kh.A.

SCIENTIFIC ACTIVITY OF ACADEMICIAN ABDUMAVLON ABDULLAEVICH ABDULLAYEV..... 78

Memory

Boboyev S.G., Rahimov A.K., Mirahmedov M.S.

IN MEMORY OF ACADEMICIAN MUSAEV DZHURA AZIMBOEVICH..... 86

Вирусология
Virusology

DETERMINATION OF THE EFFECT OF ALSTROMERIA X VIRUS ON CHLOROPHYLL AMOUNT IN PLANT LEAVES

D.T.Jovliyeva[1], Z.N. Sadriyeva [2], O.D. Muhamadaliyev [2], V.B. Fayziyev [2]

[1]National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
[2]Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan, Tashkent region, 100074, University st. 4, ChSPU
*Corresponding author email: d.jovliyeva@cspi.uz
Email addresses of coauthors: v.fayziyev@cspi.uz

Annotation. *One of the main life processes for plants is the phenomenon of photosynthesis. This is related to the content of pigments in them. Chlorophyll-a, chlorophyll-b, caratinoid are directly involved in this process. In recent years, the level of damage to plants by phytoviruses has been increasing. This can be explained by the fact that phytoviruses have undergone changes due to external influences, and the distribution area is expanding. In this article, the amount of pigment in the leaves of Alstroemeria plant affected by phytovirus was studied. The result of the experiment showed that the amount of pigment in the leaf of a plant with different levels of damage was determined to be different depending on the level of disease compared to the leaf of a control (healthy) plant. Damaged leaves are weak compared to it was found that healthy leaves chlorophyll-a 66.5±2.2%, chlorophyll-b 95±0.33%, caratinoid 79.16±1.7%, in moderately damaged leaves chlorophyll-a 57.85±2.78%, chlorophyll-b 88.2±0.86%, caratinoid 60.84±3.06%, on severely affected leaves chlorophyll-a is 36.33±4.44%, chlorophyll-b is 67.4±3.01% and caratinoid is 50.75±3.850%.*

Keywords: Alstroemeria X virus, photosynthesis, chlorophyll-a, chlorophyll-b, caratinoid, phytopathogenic virus, spectrophotometer, tetrapyrrole.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ Х ВИРУСА АЛЬСТРОМЕРИИ НА КОЛИЧЕСТВО ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ

Д.Т.Джовлиева[1], З.Н.Садриева[2], О.Д.Мухамадалиев[2], В.Б.Файзиев[2]

[1]Национальный университет Узбекистана, г. Ташкент, Узбекистан
[2]Чирчикского Государственного Педагогического Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ
*Соответствующий автор email: d.jovliyeva@cspi.uz
Адреса электронной почты соавторов: v.fayziyev@cspi.uz

Аннотация. *Явление фотосинтеза можно привести как один из основных жизненно важных процессов растений. Непосредственно это связано с содержанием в них пигментов. В этом процессе напрямую участвуют хлорофилл-а, хлорофилл-б, каратиноид. В последние года степень зараженности растений фитовирусами значительно повысилась. Это можно обосновать тем что ареал распространения фитовирусов расширяется за счет их изменчивости под влиянием окружающей среды. В*

данной статье приводятся данные об изученности количества пигмента листьев растения Alstromeriya зараженной фитовирусом. Результат эксперимента показал, что количество пигмента в пораженном листе растения в разной степени варьировалось в зависимости от степени заболевания по сравнению с листом контрольного (здорового) растения. Было выявлено что по сравнению со здоровыми листьями содержание пигмента не сильно зараженных листьев составляет: хлорофилл-а 66,5±2.2%, хлорофилл-б 95±0.33%, каратиноид 79,16±1.7%, средне зараженных листьев хлорофилл-а 57,85±2.78%, хлорофилл-б 88,2±0.86%, каратиноид 60,84±3.06%, сильно зараженных листьев хлорофилл-а 36,33±4.44%, хлорофилл-b 67,4±3.01% va каратиноид 50,75±3.850%.

Ключевые слова: Alstromeriya X вирус, фотосинтез, хлорофилл-а, хлорофилл-b, каратиноид, фитопатогенный вирус, спектрофотометр, тетрапирролл.

INTRODUCTION

Chlorophyll (greek: chloros-green and phyllon-leaf) green pigment of plants, the total amount of chlorophyll in plants is 0.6-1.2% of their dry weight. They are found in chloroplasts of higher plants and chromatophores of lower plants [12]. Pigments are very important for representatives of the green world and they occupy a special place for the further development of plants. The biological property of chlorophyll is to absorb light energy and convert it into chemical energy of organic substances. Chlorophyll pigment not only participates in the process of photosynthesis, but also performs the function of reacting and combining free radicals in the plant cell with other foreign substances. The plant also increases the activity of interferon production, which is involved in the protective function [1, 4]. Chlorophyll molecules have the ability to selectively absorb light rays, they do not absorb the green and infrared rays of the light spectrum at all. This property of chlorophyll allows you to see it in a spectrophotometer by passing light rays through its alcohol or acetone solution. In the light, chlorophyll looks red and photosynthesis takes place with its participation. According to the chemical structure, chlorophylls are in various tetrapyrrole forms and contain magnesium element. Chlorophylls were synthesized by Robert Woodward in 1960. In the process of photosynthesis, the chlorophyll molecule changes by absorbing light energy [11]. There are six different types of chlorophyll, the main types being chlorophyll A and chlorophyll B. Chlorophyll B is found only in higher plants, while chlorophyll A is a universal pigment. Chlorophyll A and B are slightly different in the composition of their molecules and the length of the absorbed light waves [13].

Caratenoids are yellow, pink or red pigments of plants, some microorganisms (fungi, bacteria) and animals. According to their chemical nature, carotenoids are mainly cyclic carbohydrates that are well soluble in oils and organic solvents. It occurs free or in complex with proteins. Among the carotenoids, carotene (in plant and animal tissues), xanthophyll (in the green part of plants), lycopene (in tomato fruit), and cryptoxanthin (in yellow corn kernels) are found in abundance. Carotenoids absorb blue-green light and transfer its energy to chlorophylls. The second function of carotenoids is protection from light. They protect the photosystems from excessive power that can cause them to overexcite and

malfunction. In addition, carotenoids are directly involved in the process of spending excess energy and turning it into heat. In addition, carotenoids act as antioxidants [14].

Plants are damaged by various abiotic and biotic factors, including various fungi, phytoviruses, and this effect causes a change in the amount of pigments in plants [1, 2, 7]. Taking into account that pigments are not found in the same amount in all plants, it is necessary to conduct a separate experiment on each plant.

Alstroemeria is a species of flowering plant in the family *Alstromeriaceae,* class *Liliopsida*, commonly known as Peruvian lily. Its life form is considered to be perennial, and it is mainly propagated vegetatively. In recent years, it has spread to other countries by exporting it as an ornamental plant. At the same time, it causes the expansion of the range of viruses that infect it. *Alstroemeria X* virus (AlsXV), Alstroemeria yellow mosaic virus and other viruses can be mentioned among such viruses [5, 8, 9]. From this, the complete genome of *Alstroemeria X* virus (AlsXV) was sequenced and it was found that it infects several family members [6, 12, 14].

After phytopathogenic viruses enter the cell of a plant, a number of physiological and biochemical changes begin to occur in the cell. Usually, when a plant is infected with a virus, the virus reduces the amount of pigments in the cell, which negatively affects the process of transpiration, photosynthesis and photochemical activity of the plant [2, 7]. Therefore, in this work, the main goal was to determine the change in the amount of pigments in the leaves of plants infected with Alstroemeria X virus in different degrees and to study the level of effect.

MATERIAL AND METHODS

In the study, Alstromeria sp. it was determined that the amount of pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b, caratinoid) in the plant changes due to the effect of the virus. For this, Alstromeria sp. 50 mg samples were taken from the leaves of the plant and crushed into test tubes containing (5 ml) ethyl alcohol. Pigments were completely isolated from leaf cells and stored in a refrigerator (+4°) until they were mixed with ethyl alcohol, and the amount of pigments was measured by spectrophotometry (METASH. UV-5100) in different light absorption ranges (chlorophyll-a 664, chlorophyll-b 649, caratinoid 470 nm) was determined. The results are presented in the work of Nayek Sumanta H.K. It was calculated based on the Lichtenthaler equation [10, 11].

$$Ch\text{-}a=13.36A_{664} - 5.19\,A_{649}$$

$$Ch\text{-}b=27.43A_{649} - 8.12\,A_{664}$$

$$C\,x+c=(1000A_{470} - 2.13C(a) - 97.63C(b))/209$$

$$F\,[мг/г] = (V \cdot C) / P$$

Here: F - amount of pigment in plant leaf samples [mg/g]; V - liquid volume [ml]; C - pigment concentration [mg/l]; P - plant tissue weight [g]; Ch-a - Chlorophyll-a, Ch-b - Chlorophyll b, C x+c - Caratinoid.

RESULTS AND DISCUSSION

Chlorophyll-a differs from other pigments in its function and its presence in plant cells, but this amount is not the same for all plants [4, 7]. Infection with a virus leads to the destruction of the amount of pigment in the leaves of plants, mainly in the case of viruses that cause mosaic symptoms, the damage increases [1, 10]. In this work, the amount of pigment in the leaves of plants infected with Alstroemeria X virus was studied, and the obtained

results are presented below (Table 1). According to the results, the amount of chlorophyll-a in a healthy leaf was 13.24 mg/l, and in heavily damaged leaves, this indicator was 4.81 mg/l, that is, it was reduced by 3 times. We found that chlorophyll-b was 6.19 mg/l in healthy leaves and decreased by 1.5 times in the most severely affected leaves. In addition, we can see from the table that the carotenoid content has decreased by 2 times in a strongly damaged leaf compared to a healthy leaf.

Table 1

The amount of chlorophyll in the leaves of plants infected with the virus to different degrees change

Options	n	wavelength			C_a, mg/l	C_b, mg/l	C_{x+c}, mg/l
		D_{664}, nm	D_{649}, nm	D_{470}, nm			
Control*	6	1.189	0.59	1.3	13,24±1,81	6,19±0,63	5,95±0,74
Weakly infected	5	0.9	0.49	1.03	8,81±0,90	5,81±0,63	4,71±0,25
Moderately infected	5	0.718	0.42	0.8	7,66±0,82	5,46±0,62	3,62±0,36
Heavily infected	5	0.465	0.3	0.66	4,81±0,62	4,17±0,37	3,07±0,27

Note: A healthy plant leaf was used as a control. *R<0.05, n=5
Ca-Chlorophyll-a, Cb - Chlorophyll b, Cx+c - Caratinoid

During the study, the amount of pigment in the dry mass of the plant was studied, and at the same time, the ratio of chlorophyll "a" to chlorophyll "b" and caratinoid was calculated (Table 2).

Table 2

Changes in the amount of chlorophyll and carotenoids in the dry weight of plant leaves

Options	n	The amount of pigment in the plant material, mg/g dry weight			Ratio of chlorophyll "a" to chlorophyll "b" and x+c
		Ch-a,	Ch-b,	C x+c,	
Control*	6	1,324±0,18	0,619±0,06	0,595±0,07	1 : 2,2 : 2,2
Weakly infected	5	0,881±0,09	0,591±0,06	0,471±0,02	1 : 1,5 : 1,9
Moderately infected	5	0,766±0,08	0,546±0,06	0.362±0,03	1 : 1,4 : 2,1
Heavily infected	5	0,481±0,06*	0,417±0,03	0,302±0,03*	1 : 1,2 : 1,6

Note: A healthy plant leaf was used as a control. *R<0.05, n=5

The result of the study showed that the amount of pigment in the leaf of a plant with different levels of damage was determined to be different depending on the level of disease compared to the leaf of a control (healthy) plant. As can be seen from the table, the amount of chlorophyll-a is 2.7 times higher in the heavily infected plant leaf (0.481±0.062) compared to the control (1.324±0.181), and the amount of

chlorophyll-b is 1.4 times higher than the control (0.619±0.063). times (0.417±0.038), the carotenoid content decreased by 1.9 times, and the change in the amount of pigment in the rest of the disease is presented in the table (table). Based on the obtained results, when calculating the ratio of chlorophyll "a" to chlorophyll "b" and caratinoid, this indicator was 1: 2.2: 2.2 in a healthy plant leaf, and 1: 1 in weakly damaged leaves. 5 : 1.9, 1 : 1.4 : 2.1 in moderately infected leaves and 1 : 1.2 : 1.6 in severely infected leaves. In addition, if we take the results as %, compared to the control, chlorophyll-a is 66.5±2.2%, chlorophyll-b is 95±0.33%, caratinoid is 79.16±1.7%, and chlorophyll-a is 57% in moderately affected leaves. ,85±2.78%, chlorophyll-b 88.2±0.86%, caratinoid 60.84±3.06%, chlorophyll-a 36.33±4.44%, chlorophyll-b 67.4±3.01% and caratinoid 50, We can see that it has decreased to 75±3.850% (picture).

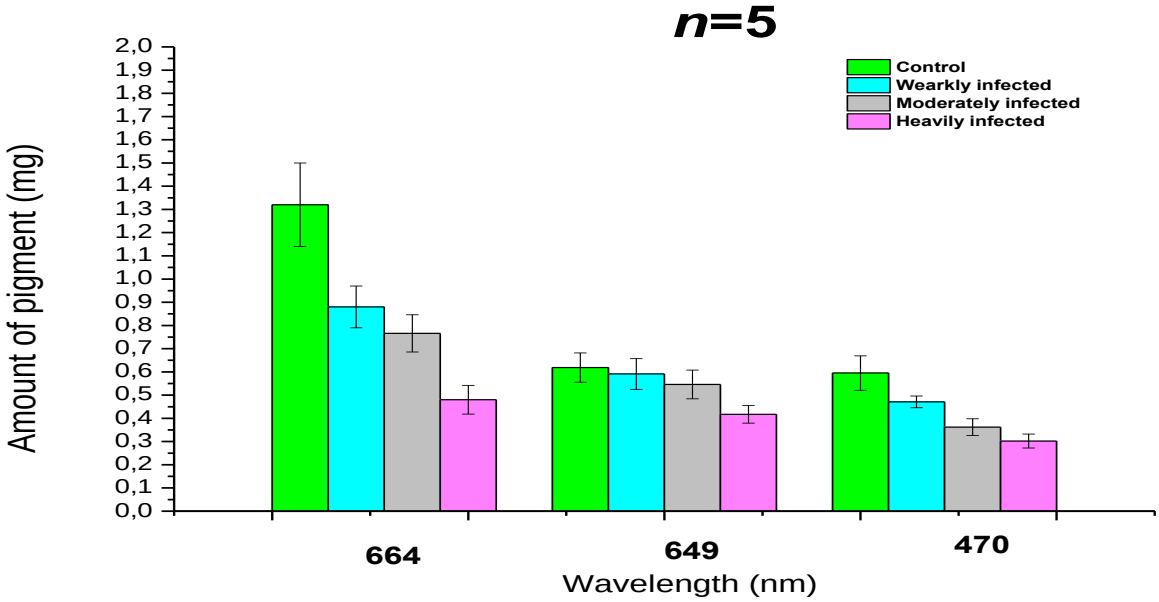


Fig. 1 Graphical representation of plant leaf pigment content

Chlorophyll-a is more common in leaves than other pigments. In leaves infected with plant viruses, not only chlorophyll, but also the amount of other pigments decreased depending on the degree of leaf damage. It is clearly shown in the picture that the amount of chlorophyll-a in the leaves with a strong degree of damage compared to the healthy leaf is sharply reduced, and the amount of chlorophyll-b in the severely damaged leaves is almost on the same line as the amount of carotenoids.

CONCLUSION

The conducted experiment showed that as the level of infection with the virus increased, it was found that the amount of pigment in the plant leaf, especially chlorophyll-a, decreased. That is, in a healthy leaf it was 1.324 mg, while in a severely damaged leaf, this indicator was found to be 0.481 mg, i.e. 2.75 times less. Therefore, according to the obtained results, in order to reduce the effect of the virus and prevent its spread, a deep study

of the virus-pigment mechanism is required.

References:

1. Хусанов Т.С., Файзиев В.Б., Эшбоев Ф.Б., Вахобов А.Х. Влияние вируса мозаики люцерны на содержание хлорофилла и каротиноидов в люцерне. Вестник Прикаспия. 2014; 2(5): 3-6.
2. Fayziyev V.B., Jovliyeva D.T., E.E.To'rajonova "Kartoshka X virusining *Datura stramonium* o'simligi bargidagi xlorofill miqdoriga ta'sirini o'rganish". "Agrar sohani istiqbolli rivojlantirishda resusr tejovchi innovasion texnologiyalardan samarali foydalanish" mavzisudagi xalqaro ilmiy anjuman to'plami. Andijon. 2019. 1: 291-294.
3. To'rajonova E.E., Jovliyeva D.T., Tog'ayev S.A., "Kartoshka x-virusining Datura Stramonium o'simligi bargi karotinoid miqdoriga ta'sirini o'rganish". «2020 yil – Ilm-ma'rifat va raqamli iqtisodiètni rivojlantirish yili» professor-o'qituvchi va èsh olimlarning III - masofaviy ilmiy-amaliy konferensiyasi. Toshkent. 2020; 1046-1049.
4. To'rajonova E.E., Jovliyeva D.T. "Картошка х-вирусининг Datura Stramonium ўсимлиги баргидаги каротиноид ва хлорофил миқдорига таъсири". "Ўзбекистоннинг умидли ёшлари" мавзусидаги 1-сон республика илмий талаба ва магистрантлар онлайн конференцияси. Тошкент.2020; 66-68.
5. Hassani Mehraban A., Dullemans A. M. and all. Alstroemeria yellow spot virus (AYSV): a new orthotospovirus species within a growing Eurasian clade. Archives of Virology. 2019; 164:117–126.
6. Fuji S., K. Shinoda, M. Ikeda, H. Furuya, H. Naito, and F. Fukumoto. Complete nucleotide sequence of the new potexvirus "Alstroemeria virus X". 2005; 28.
7. Fayziyev V.B., Jovliyeva D.T., Juraeva U., Shavkiev J., Eshboev F. Effects of PVXn-UZ 915 necrotic isolate of potato virus X on amount of pigments of *Datura stramonium* leaves. Journal of Critical Reviews, 2020; 7(9): 400-403.
8. Francisco Mosquera-Yuqui, Patricia Garrido, Francisco J. Flores. Molecular characterization and complete genome of alstroemeria mosaic virus (AlMV). Virus Genes. 2009; 29. https://doi.org/10.1007/s11262-019-01712-9
9. Francisco Flores, A, B Patricia Garrido, A Fiama Guevara, B Roberto Grandac. Complete Genome Sequence of *Lily Symptomless Virus*,Isolated from *Alstroemeria* Plants in Ecuador.American society for microbiology . 2009; 8(26): 28.
10. Lichtenthaler H.K and Wellburn A. R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls "a" and "b" of leaf extracts in defferent solvents. "Biochem. Soc. Trans. 1983; 11: 591-592
11. 11. Nayek S., Choudhury I.H, Jaishe N., Roy S. Spectrophotometric analysis of Chlorophylls and caratenoids from Commonly Grown Ferm Species by Using Various Extracting Solvents. Internetional Science Congrees, Journal of Chemical Sceinces. 2014; 63-69.
12. http://wikipedia.ru
13. https://vchemraznica.ru
14. https://lektrava.ru/encyclopedia/alstromeriya/

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ М ВИРУСА КАРТОФЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЦР

А.А.Юсубахмедов[1] , В.Б.Файзиев[1]

[1]Чирчикского Государственного Педагогического Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ.

*Соответствующий автор email: abdurauf2408@mail.ru,

Адреса электронной почты соавторов: v.fayziyev@cspi.uz

Аннотация. *Сегодня ряд фитопатогенных вирусов поражают растения картофеля, нанося большой экономический ущерб. Поэтому раннее обнаружение вируса в семенных клубеньках и природных растениях, несущих вирус, предотвратит его распространение во время проведения мероприятий по борьбе с этими вирусами. В данной статье проведены исследования по обнаружению и идентификации растений-резервуаров М-вируса картофеля (КМВ) и различных симптомов заболевания с использованием метода полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-реальное время), и результаты этих исследований представлены .*

Ключевые слова: ПЦР, РНК, вирус, идентификация, картофель, амплификация, сорт, резервуар.

DETERMINATION OF SOME BIOLOGICAL PROPERTIES AND IDENTIFICATION OF POTATO VIRUS M USING THE PCR METHOD

A.A.Yusubakhmedov[1], V.B.Fayziev[1]

[1]Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan, Tashkent region, 100074, Universitety st. 4, ChSPU.

*Corresponding author email: abdurauf2408@mail.ru

Email addresses of coauthors: v.fayziyev@cspi.uz

Annotation. *Today, a number of phytopathogenic viruses infect potato plants, causing great economic damage. Therefore, early detection of the virus in seed nodules and natural plants that carry the virus will prevent its spread during the activities to control these viruses. In this article, studies on the detection and identification of plant reservoirs of potato M-virus (CMV) and various symptoms of the disease using the method of real-time polymerase chain reaction (real-time PCR) were carried out, and the results of these studies are presented.*

Keywords: PCR, RNA, virus, identification, potato, amplification, variety, reservoir.

ВВЕДЕНИЕ

Картофельные продукты имеют большое значение в жизни человека и занимают важное место в рационе. В развитых странах картофель используется как сырье для производства продуктов питания, кормов, крахмала и спирта. Как и во всех растениях, в картофеле встречаются патогенные инфекции, которые отрицательно сказываются на его росте, урожайности и качестве продукции. Во многих случаях в период роста урожая под влиянием различных инфекционных болезней большая часть урожая погибает и его качество резко снижается. Из-за отсутствия регулярного применения защитных и других мероприятий болезни широко распространены в полевых культурах и личных подсобных хозяйствах и наносят большой ущерб [1, 9, 10, 14].

На земного шара насчитывается более 400 фитовирусов, и более 50 видов повреждают урожай картофеля. Из них 16 видов широко

распространены, а 6 видов встречаются на территории Узбекистана. Эти: КХВ, КУВ, КМВ, KSB, KLB, КАВ [18, 19].

Несмотря на совершенствование селекционной работы по выведению высокоурожайных и устойчивых к болезням сортов, урожайность картофеля в полевых культурах низкая из-за различных биотических и абиотических стрессов, в том числе вирусов. Вирусные заболевания играют важную роль в снижении урожайности сельскохозяйственных культур. Эти заболевания являются лимитирующим фактором в получении хорошего урожая. Источниками, переносчиками и резервуарами вирусной инфекции служат насекомые (тля, жуки, листовертки, белокрылки), грибы и клубеньки. Слабопатогенные изоляты М-вируса картофеля сами по себе могут вызывать снижение урожая на 10-30%, а сильнопатогенные изоляты могут вызывать снижение урожая на 60-75%. Исследования показали, что инфицированные клубни картофеля, пересаженные через много лет, снижают урожайность почти на 50% [2, 6, 19, 20, 23, 25].

Когда М-вирус картофеля был впервые идентифицирован, он не считался патогеном до тех пор, пока его не сравнили с представителями других родов карловирусов. Это связано с тем, что растения, зараженные КМВ, не имели видимых, ярких, отчетливых симптомов. Более поздние исследования показали, что КМВ часто сосуществует с другими вирусами картофеля, заражая больше растений и покрывая большие площади. Длина вириона КМВ 650 нм, диаметр 12-13 нм, 6% вириона составляет РНК, а остальные 94% - белок. Его геном состоит из 8533-8534 нуклеотидов. Изоэлектрическая точка вируса составляет около pH 4-5. Температура термоинактивации 50-80˚С. Конечная скорость разведения составляет 10^{-2} - 10^{-7} [17, 19, 21, 22, 24].

Природные резервуары М-вируса картофеля были идентифицированы И.Т. Эргашевым выделен ряд растений: в том числе вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), щавель конский (*Rumex confertus*), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*), дурман обыкновенный (*D. stramonium*), паслён чёрный (*Solanum nigrum*). А в исследованиях В.Б.Файзиева было обнаружено, что следующие растения считается резервантыми М вирус картофеля бакладжан *(S. melongena L.)*, дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium L)*, полынь *(Artemisia annua L.)*, паслён чёрный *(Solanum nigrum L.),* дурман индийский *(Datura metel L.),* лисохвост *(Alopecurus geniculatus L),* полынь обыкновенная *(Artemisia vulgaris L.),* люцерна серповидная *(Medicago sativa L.),* томат *(Lycopersicum esculentum Mill.),* марь (*Ch.amaranticolor*), огурец *(Cucumis sativus L.),* повилика *(Cuscuta auximata Babining.)* алтей *(Althaea officinalis L.)*, мальва приземистая *(Malva ignorea Wall.), щавель (Rumex crispus L.)* [18, 19, 22].

В зараженном растении вирусные вирионы находятся в цитоплазме клетки, а в некоторых случаях в хлоропластах или митохондриях. Общие симптомы, вызываемые вирусом, зависят от штамма вируса и сорта картофеля. Картофель, инфицированный КМВ, образует линейные или мозаичные пятна от умеренного до яркого цвета. У некоторых штаммов на листьях видны мозаичные завитки, а в некоторых случаях вирус находится в растении в латентной форме. В отличие от KLB, он не вызывает у растения симптомов общего хлороза и листья не теряют эластичности [5, 7, 14, 26].

Вышеуказанные симптомы болезни дифференцируют от других вирусных болезней картофеля. Метод ПЦР был выбран с целью точной диагностики заболевания и идентификации вируса [4, 5, 22].

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) считается наиболее чувствительным, точным и быстрым методом молекулярной диагностики фитопатогенов. Он позволяет идентифицировать генетическую молекулу (ДНК/РНК) возбудителя при анализе методом ПЦР в реальном времени в биологическом образце, взятом из стебля, листа или клубенька картофеля. ПЦР-диагностика позволяет выявить даже самый низкий уровень вирусной инфекции в образцах растений. Также отличие молекулярной диагностики от других методов состоит в том, что возбудитель диагностируется не опосредованно, как иммунологический метод, то есть через связь между антигеном и антителом, а непосредственно через распознавание генетической молекулы инфекции [3, 15, 16].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в лаборатории молекулярной биологии и биоинформатики биологического факультета Чирчикского государственного педагогического университета, а также в лаборатории ИФА и ПЦР Республиканский государственный центр диагностики заболеваний животных и безопасности продовольствия, а также в качестве подсобных хозяйств и жителей Бостонликского и Кибрайского районов Ташкентской области использовались картофельные поля, засеянные в их домах.

Сбор проб для ПЦР-исследования. Для этого из 20 точек участка, где был посажен картофель, по 4 из каждой точки, в общей сложности 80 листьев растения, также среди картофельного растения были взяты образцы стебля и листьев растения которое росло как сорняк и помещают в отдельные полиэтиленовые пакеты, после этого помещен в термосумку (+4°С) специальными пакетами со льдом и доставлен в лабораторию, для проведения ПЦР- исследования (*Рисунок 1*).

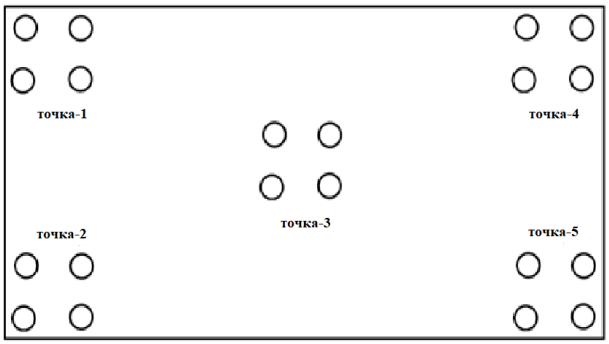


Рисунок 1. Схема отбора проб конвертов с площади полевых культур.
Figure 1. Scheme of sampling envelopes from the area of field crops

Собранные образцы исследовали методом ПЦР и определяли степень поражения растений. В ходе научных исследований проводился мониторинг методом РВ-ПЦР на предмет симптоматической дифференциации КМВ от других вирусов [1, 11].

Для определения КМВ методом полимеразной цепной реакции проводили последовательность по алгоритму следующих:

1. Выделение РНК КМВ из образца;

Для выделения вирусной РНК из растительного образца использовали набор реагентов «ФитоСорб» РН-520 производства НПО «СИНТОЛ» (Россия).

2. Смешивание выделенной РНК со специфическими праймерами и ферментами (TAQ - полимераза, ревертаза и др.);

Для исследования использовали «Набор реагентов для выявления РНК

КМВ методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени с обратный транскрипцией (ОТ-ПЦР-РВ)» (СИНТОЛ ПВ-002), разработанный НПК «СИНТОЛ» (Россия). Данный тест-набор позволяет выявлять РНК возбудителя КМВ, повреждающего картофель, в любой период вегетации растений.

3. Интерпретация и размножения на ПЦР амлификаторов РНК содержащих смеси в микропробирках.

Процесс амплификация осуществлялся на прибор амплификатор «qTOWER^3/G». Первые 15 минут амплификации подвергают обратной транскрипции при 45˚С. После этого последовательно проводили 50 циклов процессов денатурации, отжига и элонгация.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

С полей картофелеводческих хозяйств Кибрайского района отобрано 4 образца листьев растений картофеля 4 сортов из 5 точек. При отборе проб отбирали растения со специфическими для КМВ признаками, указанными в литературе. Собранные образцы были отсортированы для дифференциации КМВ от других вирусных заболеваний картофеля (KYB, KSB, KLB и др.) [12, 13]. Также с целью изучения сохранения вируса от сезона к сезону на полях, засаженных картофелем, отбирали и контролировали образцы дикорастущих растений.

Образцы были гомогенизированы с использованием автоклавированного стерильного фарфорового чашка для экстракции раствора. РНК КМВ выделяли из гомогенизированного образца с использованием ряда реагентов для выделения нуклеиновых кислот. Выделенную РНК КМВ смешивали с праймерами с помощью специальной смеси для ПЦР. По окончании амплификаци был получен следующие результаты, которая изображена на таблице (таблица 1).

Таблица 1

Заключение обследования, проведенного усилителем ПЦР на определение КМВ.

Лунка	Имя образца	Краситель	Ct	Средний Ct
A1	Сорт гала 1 точка	FAM	35,26	35,26
B1	Сорт гала 2 точка	FAM	32,44	32,44
C1	Сорт гала 3 точка	FAM	30,56	30,56
D1	Сорт гала 4 точка	FAM	31,55	31,55
E1	Сорт разара 1 точка	FAM	15,24	15,24
F1	Сорт разара 2 точка	FAM	17.58	17.58
G1	Сорт разара 3 точка	FAM	21.25	21.25
H1	Сорт разара 4 точка	FAM	19.56	19.56
A2	Сорт зарзара 1 точка	FAM	42,87	42,87
B2	Сорт зарзара 2 точка	FAM	42,5	42,5
C2	Сорт зарзара 3 точка	FAM	42,6	42,6
D2	Сорт зарзара 4 точка	FAM	46,34	46,34
E2	Сорт санта 1 точка	FAM	Ct нетто	
F2	Сорт санта 2 точка	FAM	Ct нетто	
G2	Сорт санта 3 точка	FAM	Ct нетто	
H2	Сорт санта 4 точка	FAM	Ct нетто	
A3	ОКО (К-)	FAM	30,91	30,91
B3	ПКО (К+)	FAM	Ct нетто	

По результатам проведенных исследований установлено, что картофель сортов гала, зарзара и разара заражен КМВ. Из всех 3 образцов по результатам ПЦР определено, что картофель сорта разара высоко заражен вирусом. Также возбудитель КМВ не был обнаружен при исследовании образца листьев сорта санта.

Образцы, представленные для идентификации резервуаров М-вируса картофеля, были исследованы методом ПЦР, результаты полученные изображена на таблице (таблица 2).

Таблица 2

Заключение исследования ПЦР-усилителем на резервуарах обнаружения КМВ
Conclusion of the PCR-amplifier study on PMV detection tanks

Лунка	Имя образца	Краситель	Ct	Средний Ct
A1	Физалис *(Physalis)*	FAM	Ct нетто	
B1	Пастушья сумка обыкновенная *(Capsella bursa-pastoris L.)*	FAM	37,69	37,69
C1	Марь обыкновенная *(Chenopodium album)*	FAM	Ct нетто	
D1	Белена *(Hyoscyamus L.)*	FAM	Ct нетто	
E1	Капуста полевая *(Brossica campestris L.)*	FAM	Ct нетто	
F1	Портулак огородный *(Portulaca oleracea L.)*	FAM	Ctнетто	
G1	Клевер *(Trifolium)*	FAM	Ct нетто	
H1	Повой заборный *(Convolvulus sepium)*	FAM	Ct нетто	
A2	Паслён чёрный *(Solanum nigrum)*	FAM	27,82	27,82
B2	Пальчатая трава *(Cynodon dactylon L.)*	FAM	Ct нетто	
C2	Помидор *(Solanum lycopersicum)*	FAM	Ct нетто	
D2	Мальва приземистая *(Malva L.)*	FAM	Ct нетто	
E2	Болгарский перец *(Capsicum annuum L)*	FAM	Ct нетто	
F2	Бодяк полевой *(Cirsium arvense)*	FAM	Ct нетто	
G2	Латук дикий *(Lactúca serríola)*	FAM	Ct нетто	
H2	ОКО (К-)	FAM	Ct нетто	
A3	ПКО (К+)	FAM	26,62	26,62

По результатам анализа резервуаров КМВ в дикорастущих травах, выращиваемых на картофельных полях: в приведенном в литературе теле растения *Solanum nigrum* обнаружен высокий титр вируса. Также методом ПЦР была изучена высокая концентрация вируса в организме растения *Capsella bursa-pastoris (L.)* еще не вошедшего в литературу *(рисунок2- а, б)*

.

Рисунок 2. Резервуары КМВ: а - *Solanum nigrum*, б - *Capsella bursa-pastoris* (L.)
Figure 2. PMV reservoirs: a - *Solanum nigrum*, b - *Capsella bursa-pastoris* (L.)

Принимая во внимание, что растение *Capsella bursa-pastoris (L.)* растет осенью, его листья зимуют под снегом и продолжают рост весной, хранение КМВ в резервуарных растениях вызывает периодическую циркуляцию вируса и его распространение на более широкую территорию.

ВЫВОДЫ

Одним из основных условий обеспечения высокого и качественного урожая картофеля является своевременное выявление болезней, правильная и своевременная диагностика, надлежащая защита посевов от болезней. Для этого необходимо иметь информацию об идентификации возбудителя болезни, его развитии, распространении и сохранении от сезона к сезону.

В этом исследовании симптомы заболевания, такие как желтые пятна и частичное скручивание листьев на листьях картофеля, изучались с помощью ПЦР-мониторинга.

Из изученной литературы и проведенных экспериментов было выяснено, что: КМВ встречается преимущественно в растения сорных и местных как *Solanum nigrum* и другие. Оказалось, что эти растения, встречающиеся на картофельных полях как сорняки, сохраняют в своем организме КМВ и участвуют в периодическом круговороте.

Для предупреждения эпифитотий этого вируса важно выявлять растения-резервуары и предотвращать их рост на пахотных полях.

Список литературы:

1. Awasthi LP. Current status of viral diseases of potato and their ecofriendly management -A critical review. Virology: Research & Reviews 2017; 1(4): 4-16

2. Burrows M., Thomas A.Z. Virus Problems of Potatoes. Cornell University, USDA-ARS and Department of Plant Pathology. Ithaca. 2005 http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu

3. Kassanis B. Potato Virus M and Paracrinkle. Nature. 1960. 688.

4. Kumar R. Potato viruses and their diagnostic techniques: An overview. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry December 2019; 8(6):1932-1944.

5. Salazar L.F. Potato viruses after the xxth century: effects, dissemination and their control. Crop Protection Department. CIP. 2003; P.O. Box 1558 Lima 12, Peru 6.

6. Shonazarova N.I., Fayziyev V.B. Kartoshka viruslari va ularga qarshi samarali kurash choralari. Academic research in educational sciences. 2021; 2(9): 955-965.

7. Shonazarova N.I., Fayziyev V.B. KYV shtammlari va ularning ahamiyati. Academic research in educational sciences. 2021; 2(10). 306-311.

8. Zavriev S. K., Kanyuka K. V., Levay K. E. The genome organization of potato virus M RNA. Journal of General Virology. 1991; 72: 9-14.

9. Вахобов А.Х. Учебник по основам вирусологии.Ташкент. 2017; 286-295.

10. Власов Ю.И., Ларина Э.И. Сельскохозяйственная вирусология. - М.: Колос. 1982.- 239.

11. Головин П.Н., Арсеньева М.В. и др. Практикум по общей фитопотология. Ленинград “Колос” . 1967; 27-35.

12. Жевора С.В., Зейрук В.Н. и др. Передовые методы диагностики патогенов картофеля. Научный аналитический обзор. Москва; 2019. 40-46.

13. Карташёва И.А. Сельскохозяйственная фитовирусология. Москва “Колос” – 2007. 104-111.

14. Крылкадов Р.В. Экология вируса картофеля М в семействе *solaneseae.* Диссертация доктора философии.- Алматы. Казахский национальный аграрный университет; 2014; 11-58.

15. Кутлунина Н. А., Ермошин А. А. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург. 2017; 35-82.

16. Новикова Н.А. Молекулярные аспекты взаимодействия вирусов с клеток. Нижний Новогород. 2015. 43-56.

17. Рогозина Е.В., Мироненко Н.В., Афанасенко О.С., Мацухито Ю. Широко распространенные и потенциально опасные для российского агропроизводства возбудители вирусных болезней картофеля. Вестник защиты растений. 2016; 4(90): 24–33.

18. Файзиев В.Б. Выделение изолята Х-вируса картофеля, распространенного в Узбекистане, изучение его особенностей и диагностика. Дис....доктор. биол. наук. – Ташкент: Институт Микробиологии АН РУз. 2020; 150-183.

19. Файзиев В. Б. Современная диагностика и научно обоснованные меры борьбы с вирусами картофеля, монография. Ташкент “Lesson press”. 2021; 6-17.

20. Хасанов Б.А., Очилов Р.О., Гулмуродов Р.А. Болезни овощных, картофеля и картофельных культур и борьба с ними. Ташкент: «Виза Принт». 2009; 101-120.

21. Юсубахмедов А.А., Файзиев В.Б. Систематика и биологическая характеристика М-вируса картофеля. «Национальные исследования в Узбекистане: периодические конференции: сборник материалов Республиканской 38-й междисциплинарной научной дистанционной онлайн-конференции по теме, Ташкент: «Исследования». 2022; 15-16.

22. Юсубахмедов А.А., Файзиев В.Б. Вирус картофеля М и его биологическая классификация. Academic Research in Educational Sciences, Multidisciplinary Scientific Journal. Ташкент. 2022. 424-429.

23. https://www.sciencedirect.com/topics/agriculture-and-biological-sciences/potato-virus-m

24. https://link.springer.com/article/10.1007/BF02356053

25. https://naukarus.com/effektivnyy-method-diagnostiki-i-identifikatsii-virusnyh-patogenov-kartofelya

26. https://viralzone.expasy.org/739?outline=all_by_species

Биотехнология
Biotechnology

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ РОДОВ *CHLOROCOCCUM* И *SCENEDESMUS*, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В ВОДОЕМАХ УЗБЕКИСТАНА

Н.А. Юлдошова, Ш.О. Нурбоева, А.К. Рахматуллаева, *И.В. Сафаров

Чирчикский государственный педагогический университет Факультет естественных наук

*Соответствующий автор email: i.safarov@cspi.uz

Адреса электронной почты соавторов: Shahnozanurboyeva5@gmail.ru, Nasibauldoseva919@gmail.com, a.raxmatullayeva@cspi.uz

Аннотация. Изучено в этой статье из проб воды Сырдарьи и Амударьи выделено 15 местных микроводорослей, относящихся к роду *Chlorococcum* и 13 к роду *Scenedesmus*. Воздушно-сухая биомасса микроводорослей колебалась от 1,29 до 2,79 г/л среды. Содержание липидов эффективных штаммов *Chlorococcum* sp.4, *Chlorococcum* sp.8, *Chlorococcum* sp.12 и 4- *Sce. armatus* UT39, 5-*Sce. quadricauda* UT4. составило 41,8-58,0% от общей сухой биомассы микроводорослей. Высокое накопление липидов отмечено в клетках культур *Scenedesmus* sp.29 и *Scenedesmus* sp.37; 40,3% и 48,0% соответственно.

Ключевые слова: микроводорослей, биомасса, культивирования, липид, масел, продуктивность.

QUALITATIVE COMPOSITION OF LIPIDS IN MICROALGAE OF THE GENERA CHLOROCOCCUM AND SCENEDESMUS, COMMON IN WATER BODIES OF UZBEKISTAN

N.A. Yuldoshova., Sh.O. Nurboeva., A.Q. Rakhmatullaeva., *I.V. Safarov,

Chirchik State Pedagogical University Faculty of Special Sciences

*Corresponding author email: i.safarov@cspi.uz

Email addresses of coauthors: Shahnozanurboyeva5@gmail.ru Nasibauldoseva919@gmail.com, a.raxmatullayeva@cspi.uz

Annotation. Studied in this article, 15 local microalgae belonging to the genus Chlorococcum and 13 to the genus Scenedesmus were isolated from water samples from the Syrdarya and Amu Darya. The air-dry biomass of microalgae ranged from 1.29 to 2.79 g/l of the medium. The lipid content of effective strains Chlorococcum sp.4, Chlorococcum sp.8, Chlorococcum sp.12 and 4-Sce. armatus UT39, 5-Sce. quadricauda UT4. amounted to 41.8-58.0% of the total dry biomass of microalgae. A high accumulation of lipids was noted in the cells of Scenedesmus sp.29 and Scenedesmus sp.37 cultures; 40.3% and 48.0% respectively.

Keywords: microalgae, biomass, cultivation, lipid, oils, productivity

ВВЕДЕНИЕ

Биоразнообразие микроводорослей огромно, и они представляют собой почти неиспользованный ресурс. Было подсчитано, что существует около 200 000–800 000 видов многих различных родов, из которых описано около 50 000

видов. Было химически определено более 15 000 новых соединений, происходящих из биомассы водорослей. Микроводоросли преобразуют атмосферный CO_2 в полярные и нейтральные липиды и поэтому могут использоваться в качестве альтернативного топлива путем этерификации. Микроводоросли улавливают солнечную энергию более эффективно, чем обычные масличные растения, в условиях ограничения питания и стресса [1, 7, 8]. Химический состав микроводорослей не является внутренне постоянным фактором, а варьирует в широком диапазоне факторов как в зависимости от вида, так и от условий культивирования. Некоторые микроводоросли способны приспосабливаться к изменениям условий окружающей среды, изменяя свой химический состав в ответ на изменчивость окружающей среды. Особенно впечатляющим примером является их способность заменять фосфолипиды мембранными липидами, не содержащими фосфора, в среде с обедненным содержанием фосфора [4]. Концентрация биомассы, увеличение содержания липидов и общая продуктивность липидов определяют экономическую целесообразность использования водорослевого масла для производства биодизельного топлива.

Таким образом, оптимизация процесса, которая может управлять биохимическим производством водорослей, быстрым ростом и хорошей адаптируемостью к окружающей среде, помогает достичь экологической и экономической устойчивости. Идеальный процесс должен обеспечивать максимальную продуктивность водорослей с повышенным содержанием липидов в клетках.

В последние годы культивирование микроводорослей привлекает все большее внимание для производства биотоплива, функциональных продуктов питания и нутрицевтиков[10] с упором на адаптацию подхода к биопереработке, который может быть разных типов, например, биопереработка на основе биомассы. Биоперерабатывающий завод на основе биомассы представляет собой производственный процесс и систему, в которой биомасса фракционируется на различные химические фрагменты, которые затем преобразуются в различные конечные продукты (желаемые продукты). Это может быть достигнуто с помощью биохимических или термохимических путей производства товарных метаболитов с добавленной стоимостью, топлива, химикатов и т. д. [2, 9].

Масла из микроводорослей являются отличным источником биоэнергии и производства биоматериалов. В зависимости от вида и условий культивирования производство масла микроводорослями может достигать 75% их биомассы. Это может быть дополнительно улучшено путем внесения изменений в жизненный цикл микроводорослей, параметры культивирования, а также методы экстракции и восстановления. Однако применение таких модификаций и выбор соответствующих стратегий извлечения и извлечения может быть сложной задачей для выполнения в промышленном масштабе из-за связанных с этим технических и экономических препятствий. Микроводоросли с самым высоким содержанием липидов, от 10 до 67%, относятся к Chlorella, Dunaliella и Scenedesmus.

Целью данной исследовательской работы является определение количественного и качественного состава масел местных одноклеточных зеленых водорослей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Получение накопительных культур микроводорослей. Для получения накопительных культур одноклеточных зеленых водорослей были отобраны пробы воды из рек Сыр-Дарьи и Амударьи в Узбекистане. На каждые 100 мл водной пробы добавляли 200 мл стерильной среды модифицированной Чу-13 [6]. Инокулированную среду с водным образцом инкубировали при 26°C-28°C на свету 150 μмоль фотонов $м^{-2}с^{-1}$ в течение 30-45 дней.

Выращивание микроводорослей. Культуры микроводорослей выращивали в стерильных условиях на среде Чу-13 в течение 14 сут при 25°C, с подачей углекислого газа путем продувки воздухом, содержащим 1% CO2, и непрерывно освещая люминесцентным белым светом. (200 μмоль фотон $м^{-2}$ $с^{-1}$).

Определение липидов из микроводорослей. Экстракцию и определение внутриклеточных липидов микроводорослей проводили по стандартным протоколам, приведенным в предыдущей литературе [3]. Сухую биомассу водорослей помещали в стеклянную ступку и добавляли песок в соотношении 1:4, т.е. 1 часть растительной биомассы и 4 части стеклянного песка, и измельчали до однородности. К биомассе добавляли метанол, содержащий 10% ДМСО (объемная доля), и перемешивали 1час при комнатной температуре. Затем смесь центрифугировали (3000 g, 10 мин) и удаляли надосадочную жидкость. Остаток реэкстрагировали 4 раза смесью гексана и диэтилового эфира (1:1, объемное соотношение) в течение 30 мин. Каждый раз смесь встряхивали, а затем центрифугировали в течение 10 мин и собирали 3000 g и верхний органический слой. Органические фазы объединяли, выпаривали досуха и взвешивали для микровесов. [4, 5]. В этих исследованиях хлопковое масло использовалось в качестве контроля при изучении масляного состава нативных одноклеточных зеленых водорослей методом тонкослойной хроматографии на пластинах с силикагелем (рис. 1). По результатам хроматографии моноглицериды микроводорослей и хлопкового масла располагались на одинаковом (расстоянии) Rf 15 мм, а диглицериды и триглицериды – на 25 мм и 45 мм соответственно. Установлено, что в маслах микроводорослей преобладают по количеству триглицериды.

Высокое содержание триглицеридов выявлено в основном у Ch.macrostigmatum UT4 и Sce. квадрикауда UT4. наблюдались в культурах, а диглицериды Ch. macrostigmatum UT8 и Sce. armatusUT39 оказалась в изобилии. В ходе этого исследования Ch. macrostigmatum UT4, Scenedesmus quadricauda UT4 при выращивании в течение 14 дней содержит до 15 жирных кислот (додекан, тетрадекан, пентадекан, гексадецен, пальмитиновая, гептадекан, гамма-октадекатриен, стеаридон, линоленовая кислота, олеин, альфа-линоленовая кислота, стеариновая кислота , эйкозен, эйкозановая кислота, докозановая кислота) наблюдалось присутствие насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Было обнаружено, что ненасыщенные жирные кислоты олеиновой и альфа-линоленовой кислот увеличились с 41,68% до 53,47%.

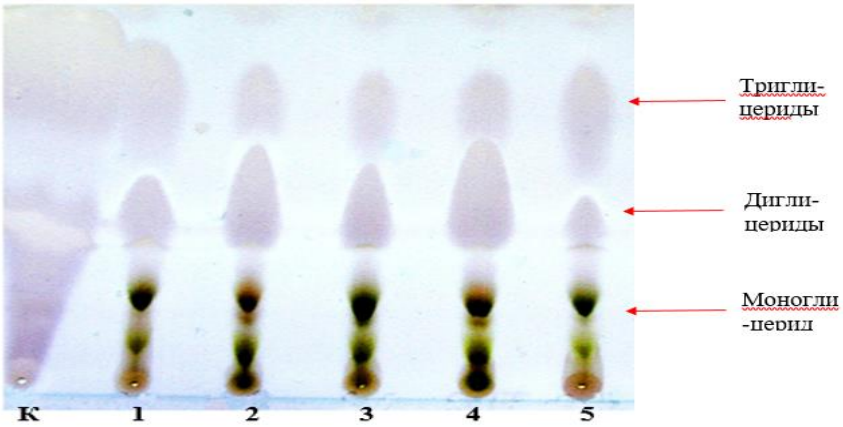
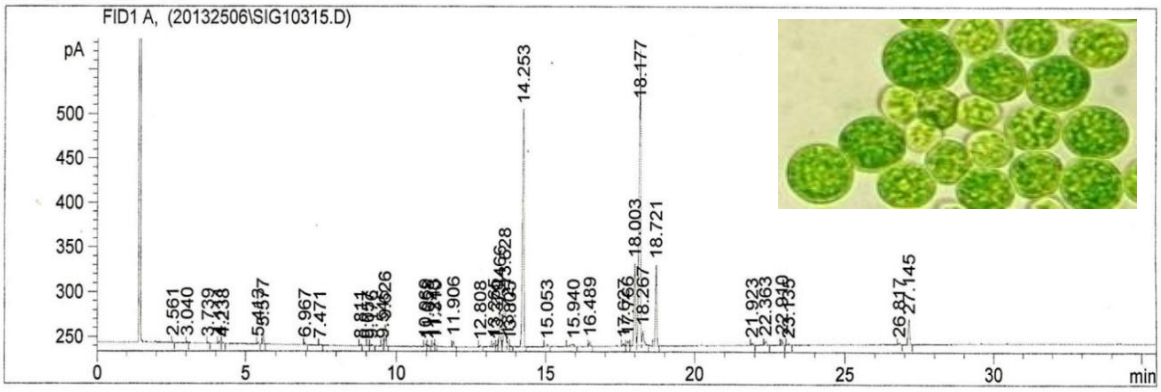


Рис.1. Тонкослойная хроматография нативных липидов микроводорослей: К-хлопковое масло, 1- *Ch. macrostigmatum* UT4, 2- *Ch. macrostigmatum* UT8, 3- *Chlorococcum* sp.39, 4- *Sce. armatus*UT39, 5-*Sce. quadricauda* UT4.

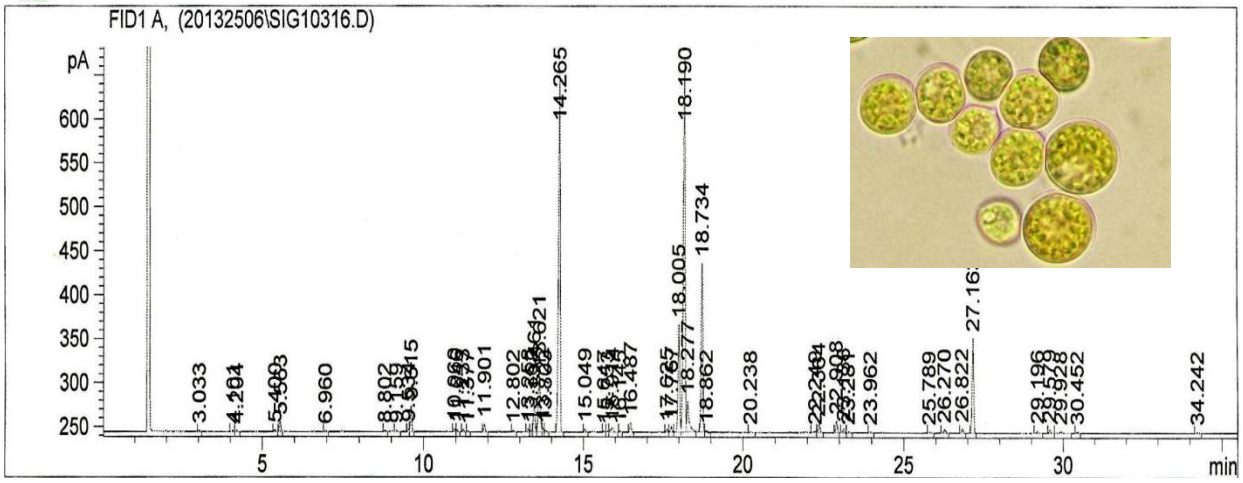
Качественный и количественный состав масел микроводорослей: Качественный и количественный состав жирных кислот масел штаммов *Chlorococcum macrostigmatum* UT4, *Chlorococcum macrostigmatum* UT8, *Scenedesmus armatus* UT39, *Scenedesmus quadricauda* UT4 проводили на оборудовании Agilent Technologies 6890N.

Жирнокислотная хроматография изученных местных масел микроводорослей и ее результаты представлены на рисунках 2–5 и в таблице 1. Анализ масел микроводорослей показал, что пальмитиновая кислота С16:0 является основной насыщенной жирной кислотой в масле. его содержание составляло от 25,0% до 39,43%, а стеариновой кислоты С18:0 - 5,44-14,12%. Среди ненасыщенных жирных кислот суммарное количество олеиновой S18:1 и альфа-линоленовой С18:3 кислот составляет 36,64-53,75% от общего количества жирных кислот. Для определения зависимости качества и количества жирных кислот эффективных местных микроводорослей Ch. macrostigmatum UT4, Scenedesmus quadricauda UT4, Scenedesmus armatusUT39, штаммы микроводорослей выращивали в оптимальных условиях на среде «Чу-13» в течение 30 сут. определен состав жирных кислот микроводорослей.



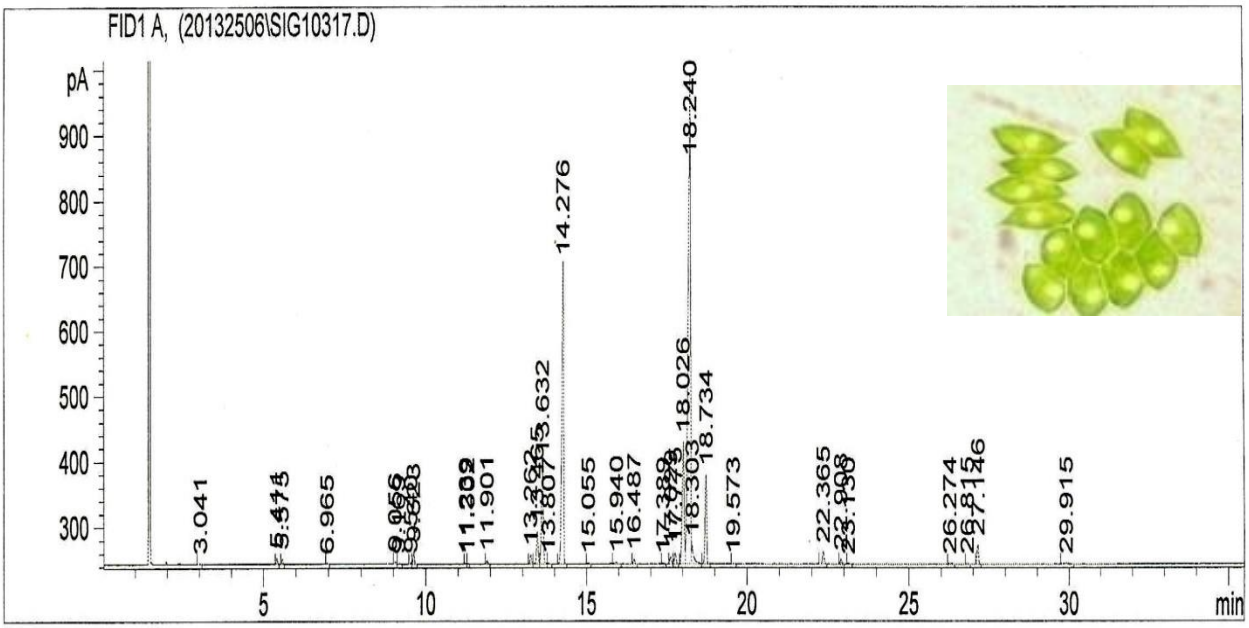
1, 2,3, 4, 5, 6,7 ,8, 9, 10, 1112, 13

Рис.2. Хроматография масел микроводоросли *Chlorococcum macrostigmatum* UT4 на приборе Agilent Technologies 6890N. 1). Додекановая 12:0; 2). Тетрадекановая 14:0; 3). Пентадекановая 15:0; 4). Гексадеценовая 16:1; 5). Гептадекановая 17:0; 6) стеариновая кислота 18:0; 7). Эйкозановая 20:0; 8; Докозановая 22:0; 9); пальмитиновая кислота 16:0; 10); октадецен+альфа-октадекатриен 18:1+18:3; 11) октадекадиен 18:2; 12). Гамма-октадекатриен – 18:3; 13; Октадекатетраен (стеаридон) 18:4



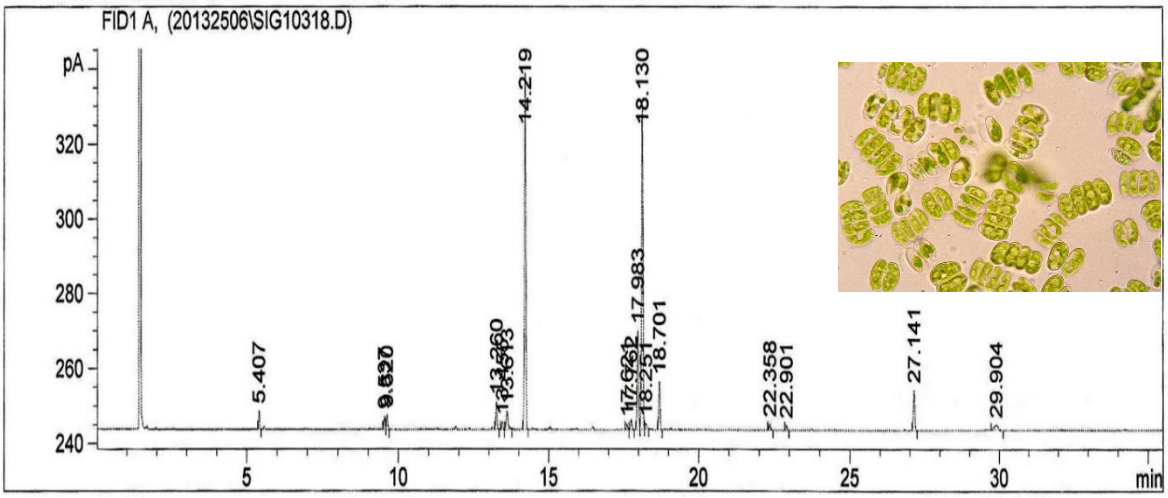
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11, 12, 13

Рис.3. Хроматография масел микроводоросли Chlorococcum macrostigmatum UT8 на приборе Agilent Technologies 6890N: 1). Додекановая 12:0; 2). Тетрадекановая 14:0; 3). Пентадекановая 15:0; 4). пальмитиновая кислота 16:0; 5). Гептадекановая 17:0; 6) стеариновая кислота 18:0; 7). Эйкозановая 20:0; 8). Докозановая 22:0; 9). Гексадецен 16:1; 10). октадецен+альфа-октадекатриен 18:1+18:3; 11). октадекадиен 18:2; 12). Гамма-октадекатриен γ-18:3? 13). Октадекатетраен (стеаридон) 18:4



1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Рис.4. Хроматография масел микроводоросли Scenedesmus armatus UT39 на приборе Agilent Technologies 6890N: 1). Додекановая 12:0; 2). Тетрадекановая 14:0; 3). Пентадекановая 15:0; 4). пальмитиновая кислота 16:0; 5). Гептадекановая 17:0; 6) стеариновая кислота 18:0; 7). Эйкозановая 20:0; 8). Докозановая 22:0; 9). Гексадеценовая 16:1; 10). октадецен+альфа-октадекатриен 18:1+18:3; 11). октадекадиен 18:2; 12). Гамма-октадекатриен γ-18:3? 13). Октадекатетраен (стеаридон) 18:4



1, 2, 3,4,5, 6, 7,8, 9, 10,11, 12, 13

Рис.5. Хроматография масел микроводорослей Scenedesmus quadricauda UT4 на оборудовании Agilent Technologies 6890N: 1). Додекановая 12:0; 2). Тетрадекановая 14:0; 3). Пентадекановая 15:0; 4). пальмитиновая кислота 16:0; 5). Гептадекановая 17:0; 6) стеариновая кислота 18:0; 7). Эйкозановая 20:0; 8). Докозановая 22:0; 9). Гексадецен 16:1; 10). октадецен+альфа-октадекатриен 18:1+18:3; 11). октадекадиен 18:2; 12). Гамма-октадекатриен γ-18:3? 13). Октадекатетраен (стеаридон) 18:4.

В ходе этого исследования Ch. macrostigmatum UT4, Scenedesmus quadricauda UT4 при выращивании в течение 14 дней содержит до 15 жирных кислот (додекан, тетрадекан, пентадекан, гексадецен, пальмитиновая, гептадекан, гамма-октадекатриен, стеаридон, линоленовая, олеиновая, альфа-линоленовая, стеариновая, эйкозен, эйкозановая, докозановая кислоты), определяли наличие насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Насыщенная пальмитиновая кислота (С16:0) составляла от 26,65% до 32,40% от общего количества жирных кислот, а стеарин (С18:0) - от 3,54% до 5,64%. Содержание ненасыщенных жирных кислот олеиновой (С18:1) и альфа-линоленовой (С18:3) составило 39,61% - 45,56% (таблица 1). При культивировании микроводорослей с 14 по 30 сутки практически не происходило изменений содержания пальмитиновой и стеариновой кислот. Содержание ненасыщенных жирных кислот олеиновой и альфа-линоленовой кислот увеличилось с 41,68% до 53,47% у 30-дневных штаммов Chlorococcum sp.37, несмотря на наличие 6-9 жирных кислот, насыщенных жирных кислот пальмитиновой и на долю стеарина приходилось 50 % от общего количества жирных кислот, было более % (табл. 1). Исследования показали, что простые эфиры (биодизель), полученные из насыщенных жирных кислот (пальмитин, стеарин), имеют высокое цетановое число и обеспечивают высокую энергию.

Следует отметить, что в ходе наших исследований было замечено, что качество и количество жирных кислот в маслах разных водорослей различно, то есть установлено, что штамм Ank.falcatus UT20 имеет 7 жирных кислот, а Pediastrum tetras UT2 штамм имеет 17 жирных кислот. Однако, несмотря на то, что состав масел микроводорослей

разный, пальмитиновая, стеариновая, линолевая, олеиновая и α-линоленовая кислоты составляют 90-96% от общего количества жирных кислот.

Таким образом, продуктивный штфмм в случае *Ch. macrostigmatum* UT4 можно сделать вывод, что при выращивании этой водоросли в оптимальных условиях в течение 30 дней количество насыщенных жирных кислот составило 55,36%, а количество ненасыщенных жирных кислот - 44,64%. С учетом этого было отмечено, что культивирование местных микроводорослей в течение 14 дней является оптимальным по качеству и количеству жирных кислот для получения биодизеля. Способность этих микроводорослей производить биомассу и липиды может служить эффективной мишенью для производства биодизельного топлива.

таблица 1.

Качественное содержание жирных кислот местных микроводорослей, %

Микроводорослей / Жирные кислоты	*Ch. macrosti-gmatum* UT4	*Ch. macrosti gmatum* UT8	*Scenedesmus armatus* UT39	*Scenedesmus quadricauda* UT4
додека́новая кислота 12:0	1.05	0.73	0.26	-
Тетрадекановая 14:0	2.21	1.75	0.75	1.48
Пентадекановая 15:0	0.60	0.58	0.23	-
Пальмитиновая кислота 16:0	29.81	33.05	25.00	39.43
Гептадекановая 17:0	0.56	0.77	0.31	-
Стеариновая кислота 18:0	9.75	14.12	6.28	5.44
Эйкозановая 20:0	0.63	0.93	0.35	0.56
Докозановая 22:0	0.23	0.37	излари	-
Гексадецен 16:1	0.59	0.27	излари	-
Октадецен + Альфа–октадекатриен 18:1 +18:3	41.87	36.64	53.75	38.86
Октадекадиеновая 18:2	11.23	9.24	10.82	11.57
Гамма – октадека-Триен γ-18:3	0.32	0.24	0.56	0.63
Октадекатетраен (стеаридон) 18:4	0.59	0.43	0.81	1.28
Эйкозеновая 20:1	0.56	0.88	0.88	0.75
∑ насыщенный ЖК	44.84	52.3	33.18	46.91
∑ ненасыщенный ЖК	55.16	47.7	66.82	53.09

Выращивание микроводорослей разными способами: В настоящее время для получения высокого количества липидов из микроводорослей признают скорость роста, возможность выращивания в технических водах различных промышленных продуктов, преимущество в производстве по сравнению с маслопроизводящими растениями. Для масштабного культивирования микроводорослей используют специализированные сооружения различных форм и размеров, а именно фотобиореакторы и открытые пруды. При использовании фотобиореакторов для культивирования микроводорослей в промышленных масштабах требуется оптимальная питательная среда, эффективное использование солнечной энергии, контроль чистоты культуры. В процессе выращивания микроводорослей в фотобиореакторе необходимо соблюдать следующие критерии:

Для крупномасштабного культивирования микроводорослей количество клеток суспензии микроводорослей доводили до $2,3x10^6$ – $2,5x10^6$ КОЕ/мл. В ходе наших исследований эффективный штамм местных микроводорослей *Chlorococcum macrostigmatum* UT4 выращивали в фотобиореакторе на 10 л и стеклянных колбах на 20 л в следующих условиях: - свет 4500 лк, 2% CO_2, pH 7,0, температура 26-28°C.

Фотобиореактор представляет собой закрытое устройство для оптимального роста микроводорослей. Исходную суспензию культуры Ch.macrostigmatum UT4 объемом 1 л перекачивали во вращающийся фотобиореактор объемом 6 л с помощью насоса с прозрачными трубками, изготовленного из поливинилхлоридного полимера. Микроводоросли в фотобиореакторе содержали на питательной среде «Чу-13» при освещенности 4500 лк, температуре 26-28°C и воздушной смеси с 2% CO_2. При культивировании микроводорослей отрицательного изменения значения pH питательной среды не наблюдалось за счет того, что в питательную среду подавали постоянный 2% CO_2. Во время роста водорослей их чистоту проверяли каждые 4 дня под микроскопом. Результат осмотра показал, что в некоторых клетках микроводорослей наблюдались механические повреждения. *Ch.macrostigmatum* UT4 продуцировал 43,2 г влажной биомассы при выращивании в течение 14 дней и 12,34 г сухой биомассы при высушивании при комнатной температуре. Содержание масла составило 49,4% от сухой биомассы (табл. 6.3.1). В результате переэтерификации масла *Ch. macrostigmatum* UT4 метиловым спиртом образовалось 70,8% биодизеля, т. е. метилового эфира жирных кислот.

ВЫВОДЫ

Чрезмерная эксплуатация ископаемых видов топлива создает серьезные экологические проблемы и экологический дисбаланс. Чтобы устранить недостатки разработки эффективной системы биопереработки микроводорослей, важно разработать эффективные стратегии интенсификации процесса и технологии последующей обработки. В настоящем исследовании рассматриваются

стратегии увеличения производства липидов и их нутрицевтического применения из микроводорослей. Технологически осуществимое производство нутрицевтиков и фармацевтических препаратов из микроводорослей может быть достигнуто за счет интеграции предшествующих и последующих процессов, что поможет сбалансировать затраты энергии и производства.

Список литературы:

1. Azov Y. Effect of pH on inorganic carbon uptake in algal cultures. Appl. Environ. Microbiol. 1982;43:1300-1306.
2. Awasthi MK, Ferreira JA, Sirohi R, et al. A critical review on the development stage of biorefinery systems towards the management of apple processing-derived waste. Renew Sustain Energy Rev. 2021;143: 110972.
3. C.Bigogno, I.Khozin-goldberg, S.Boussiba; Phytochemistry, 2002; 60: 497. E.G.Bligh, W.J.Dyer; Canadian J. of Bioch. and Phys., 1959; 37: 911.
4. Zair S.Shakirov, Ibrokhim V .Safarov, Gulchekhra Kh.Kadirova, Nortoji A.Khujamshukurov Isolation and identification of lipid-producing microalgae of Uzbekistan Environmental Science An Indian Journal ESAIJ. 2014; 9(12): 405-409.
5. Dunstan JA, Simmer K, Dixon G, Prescott SL. Cognitive assessment of children at age 2½ years after maternal fish oil supplementation in pregnancy: a randomised controlled trial. *Arch Dis Childhood-Fetal Neonatal Ed.* 2008;93: F45–F50.
6. C.Largeau, E.Casadevall, C.Berkalov, P.Dhamliencourt; Phytochemistry. 1980; 19, 1043.
7. Starckx, Senne (31 October 2012) A place in the sun - Algae is the crop of the future, according to researchers in Geel Flanders Today. 2012; 8.
8. Hansen PJ. Effect of high pH on the growth and survival of marine hytoplankton: Implications for species succession. Aquat. Microb. Ecol. 2002;28: 279-288.
9. Hingsamer M, Jungmeier G. Biorefineries. In: The role of bioenergy in the bioeconomy. Elsevier. 2019; 179–222.

Физиологии и биохимии растений
Plant physiology and biochemistry

НЕКОТОРЫЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТВЁДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЗАСУХИ В ТАДЖИКИСТАНЕ

Ю.Т. Кобилов, А. Абдуллаев
Институт ботаники, физиологии и генетики растений НАН Таджикистана, г. Душанбе, ул. Карамова, 27.
*Соответствующий автор email: yusuf-kobilov@mail.ru

Аннотация. *Изучено влияние почвенной засухи на некоторые фотосинтетические ппараметры пшеницы. Показано, что в условиях засухи содержание зеленых пигментов уменьшалось, у сорта Президент и T. polonicum v. heidelbergi на 11%, а у сорта Шамъ на 14%. Установлено, что в условиях засухи УПП листа опытных растений заметно выше, чем у контрольных растений. У T. polonicum v. heidelbergi во всех фазах онтогенеза УПП листа больше, чем у сортов Президент и Шамъ в обоих вариантах опыта. Выявлено, что в ранних фазах развития изученные сорта имеют относительно низкий уровень ЧПФ, вместе с тем ЧПФ контрольных растений значительно выше, чем у опытных растений. Установлено, что в условиях почвенной засухи* ^{14}C *при кратковременной экспозиции фотосинтеза преимущественно обнаруживается в ФГК, ФЭС, сахарозе, глицине, серине, аланине и в незначительных количествах в глицерате, гликолате и малате, а доля меченого углерода в сахарозе у сорта Президент и вида T. polonicum v. heidelbergi составляет 50%, а у сорта Шамъ-54%. Вместе с тем, в этих условиях увеличивается включение* ^{14}C *в интермедиаты гликолатного пути и ФЕП-продукты, т.е. происходит активация альтернативных путей фиксации и метаболизации* $^{14}CO_2$ *при фотосинтезе.*

Ключевые слова: почвенная засуха, фотосинтетические пигменты, площадь листьев, УПП листьев, ЧПФ, видимый фотосинтез, фотосинтетический метаболизм ^{14}C.

SOME PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS OF HARD WHEAT UNDER CONDITIONS OF LONG-TERM DROUGH IN TAJIKISTAN

Yu.T. Kobilov, A. Abdullaev
Institute of Botany, Physiology and Plant Genetics of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Dushanbe, st. Karamova, 27.
*Corresponding author email: yusuf-kobilov@mail.ru

Annotation. *The effect of soil drought on some photosynthetic parameters of wheat has been studied. It was shown that under drought conditions the content of green pigments decreased; in the variety President and T. polonicum v. heidelbergi by 11%, and in the variety Sham by 14%. It has been established that under drought conditions, the specific surface density of the leaf of experimental plants is noticeably higher than that of control plants. In T. polonicum v. heidelbergi in all phases of ontogeny, the leaf specific surface density of the leaf of is higher than that of the President and Sham cultivars in both variants of the experiment. It was revealed that in the early phases of development, the studied varieties have a relatively low level of net productivity of photosynthesis, at the same time, the of control plants is significantly*

higher than that of experimental plants. It has been established that under soil drought conditions, ^{14}C during short-term exposure to photosynthesis is mainly found in PGA, PES, sucrose, glycine, serine, alanine and in small amounts in glycerate, glycolate and malate, while the proportion of labeled carbon in sucrose in the President variety and T. polonicum v. heidelbergi is 50%, and in Sham variety it is 54%. At the same time, under these conditions, the incorporation of ^{14}C into glycolate pathway intermediates and PEP products increases; activation of alternative pathways of $^{14}CO2$ fixation and metabolism occurs during photosynthesis.

***Keywords**:* Soil drought, photosynthetic pigments, leaf area, leaf specific surface density, net productivity of photosynthesis, visible photosynthesis, ^{14}C photosynthetic metabolism.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что в последнее время мировое сообщество обеспокоено проблемой глобального изменения климата, так как это представляет серьезную угрозу для окружающей среды. Анализ литературных данных указывает, что изменение климата вызовет значительное нарушение в природе, экономике и жизненных условиях населения [1]. Известно, что повышение температуры вызывает усиление засухи, на протяжении длительного времени может усилить испарение воды с поверхности почвы и привести к высушиванию корнеобитаемого слоя почвы, и повышению содержания солей в нем. Засуха, иссушение почвы и её засолённость оказывают существенное влияние на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных культур. В связи с этим, изменение климата может индуцировать дополнительные стрессовые факторы, которые сильно воздействуют на продукционные процессы сельскохозяйственных растений. Поэтому изучение адаптационных возможностей и механизмов устойчивости растений к глобальным изменениям климата является чрезвычайно актуальным [2-4].

В условиях почвенной засухи у растений изменяются многие метаболические процессы [3-5]. Вместе с тем, для адаптации необходима существенная перестройка многих физиологических процессов, в том числе фотосинтеза. Кроме того, известно, что продуктивность растений зависит от их способности адаптироваться к действию стресса [6]. Проблема устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным воздействиям – одна из наиболее интенсивно исследуемых сегодня вопросов во многих странах мира [7]. В связи с этим, для исследования физиологии устойчивости сельскохозяйственных растений к засухе вовлекаются различные культуры, в том числе и пшеница, которые используются как источник питания населения в Таджикистане. В настоящее время мало исследовано влияние почвенной засухи на фотосинтетические показатели пшеницы , что и явилось целью данной работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами наших исследований служили сорта Президент и Шамъ твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), которые выведены в Таджикском научно-исследовательском институте земледелия, и разновидность *v. heidelbergi* вида *T. polonicum*, который был завезен из Сирии (г. Алеппо, ИКАРДА) и Российской Федерации - Всероссийского института растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР). Полевые опыты проводились в 2010-2013 гг. на экспериментальном участке Института ботаники, физиологии и генетики растений

Национальной Академии наук Таджикистана (г. Душанбе), расположенном в восточной части Гиссарской долины на высоте 834 м над ур. м. Растения выращивались в вегетационных сосудах (12 кг почвы). Посевы были проведены в весенние сроки. Сосуды с растениями были разделены на две группы: первая - растения выращивались в условиях почвенной засухи (опыт) – влажность почвы 45-50% от предельной полевой влагоёмкости (ППВ); вторая - растения выращивались в оптимальных условиях почвенной влажности (контроль) - 75-80% от ППВ.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях определяли по оптической плотности 80% ацетоновой вытяжки на спектрофотометре Specol-11 (ГДР). Содержание хлорофилла рассчитывали по формуле Вернона [8], содержание каротиноидов – по формуле Хольма-Веттштейна [9]. Метаболизм ^{14}C при кратковременном фотосинтезе определяли радиометрическим методом при коротких экспозициях по описанному методу Эргашев и др., 1971 [10]. Разделение меченых продуктов фотосинтеза водно-спиртовой фракции проводили методом двумерной тонкослойной хроматографии на порошке целлюлозы описанной в работе [11].

Статистический анализ полученных результатов проводили по методике В.А. Доспехова [12] и М.А. Бабаджановой и др. [13] с использованием программы Microsoft Exel 2010 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно, что засуха является серьезным абиотическим стрессом, которая отрицательно влияет на физиолого-биохимические процессы растений пшеницы. Она может серьезно повлиять на динамику роста и развития, накопление сырой и сухой биомассы, параметры водообмена листьев, интенсивность фотосинтеза, фотосинтетический метаболизм углерода, параметры биологической и хозяйственной продуктивности растений, также качество зерна пшеницы. В таблице 1 представлены данные о влияние почвенной засухи на содержание фотосинтетических пигментов в листьях сортов твердой пшеницы по фазам развития. Анализ данных показывают, что в фазе трубкования почвенная засуха приводит к существенному снижению количества зеленых пигментов в листьях у всех изученных сортов твердой пшеницы. Содержание каротиноидов, наоборот, в условиях дефицита почвенной влаги по сравнению с контрольным вариантом значительно увеличивается: у сорта Президент на 14%, у сорта Шамъ на 25%, а у вида *T. polonicum v. heidelbergi* на 33%.

Таблица 1.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях сортов твердой пшеницы по фазам развития (мг/г сырой массы)

Сорт	Вариант	Хлорофилл					Сумма каро-тиноидов	Отношение хл/кар.
		«*a*»	«*b*»	Сумма «*a*+*b*»	Соотношение «*a*/*b*»	Соотношение «*b*/*a*»		
Фаза трубкования								
Президент	Контроль	1.4±0.0	0.9±0.0	2.30	1.55	0.64	0.7±0.1	3.3
	Опыт	1.1±0.1	0.8±0.1	1.90	1.37	0.72	0.8±0.0	2.4
T. polonicum v. heidelbergi	Контроль	1.3±0.1	1.0±0.0	2.30	1.30	0.76	0.6±0.1	3.8
	Опыт	1.0±0.1	0.8±0.0	1.80	1.25	0.80	0.8±0.0	2.2
Шамъ	Контроль	1.5±0.0	1.1±0.1	2.60	1.36	0.73	0.8±0.0	3.2
	Опыт	1.3±0.0	0.8±0.0	2.10	1.62	0.61	1.0±0.1	2.1

Фаза колошения								
Президент	Контроль	1.6±0.0	1.3±0.0	2.90	1.23	0.81	0.9±0.0	3.2
	Опыт	1.4±0.0	1.2±0.1	2.60	1.16	0.85	1.1±0.0	2.4
T. polonicum v. heidelbergi	Контроль	1.5±0.1	1.1±0.2	2.60	1.36	0.73	0.9±0.0	2.9
	Опыт	1.2±0.1	1.1±0.0	2.30	1.09	0.91	1.1±0.0	2.0
Шамъ	Контроль	1.7±0.1	1.4±0.0	3.10	1.21	0.82	1.0±0.0	3.1
	Опыт	1.4±0.0	1.2±0.1	2.60	1.16	0.85	1.2±0.0	2.2
Фаза цветения								
Президент	Контроль	1.8±0.1	1.5±0.1	3.30	1.20	0.83	1.1±0.0	3.0
	Опыт	1.4±0.0	1.2±0.0	2.60	1.16	0.85	1.3±0.2	2.0
T. polonicum v. heidelbergi	Контроль	1.6±0.0	1.2±0.1	2.80	1.33	0.75	1.2±0.0	2.3
	Опыт	1.3±0.1	0.9±0.0	2.20	1.44	0.69	1.4±0.1	1.6
Шамъ	Контроль	1.9±0.2	1.4±0.0	3.30	1.35	0.73	1.2±0.0	2.7
	Опыт	1.5±0.1	1.1±0.0	2.60	1.36	0.73	1.5±0.1	1.7
Фаза молочно-восковой спелости								
Президент	Контроль	1.4±0.1	1.1±0.0	2.50	1.27	0.78	1.4±0.3	1.8
	Опыт	1.2±0.1	0.9±0.1	2.10	1.33	0.75	1.8±0.2	1.2
T. polonicum v. heidelbergi	Контроль	1.2±0.1	0.9±0.0	2.10	1.33	0.75	1.3±0.1	1.6
	Опыт	1.0±0.0	0.7±0.0	1.70	1.60	0.62	1.7±0.0	1.0
Шамъ	Контроль	1.5±0.0	1.1±0.0	2.60	1.36	0.73	1.5±0.0	1.7
	Опыт	1.3±0.0	0.9±0.1	2.20	1.18	0.84	1.9±0.3	1.6

В фазе колошения содержание зеленых пигментов достаточно высокое и соотношение хлорофилла «*a*» и хлорофилл «*b*» сильно не отличается, т.е. они почти равны. Можно наблюдать, что в условиях недостаточной водообеспеченности почвы (почвенная засуха) количество зеленых пигментов у сорта Президент уменьшилось на 10%, у сорта Шамъ - на 14%, а у *T. polonicum v. heidelbergi* – на 11%, т.е. имеются некоторые сортовые различия. Вместе с тем, количество каротиноидов в листьях этих сортов при почвенной засухе возрастало на 20-22%.

Содержание зеленых пигментов в фазе цветения заметно больше, чем в предыдущих фазах развития. Вместе с тем, количество хлорофиллов «*a*» и «*b*» сравнительно больше у сортов Президент и Шамъ, чем у *T. polonicum v. heidelbergi*. Под воздействием почвенной засухи у всех изученных сортов пшеницы содержание зеленых пигментов снизилось практически в одинаковой степени (на 21,2- 21,4%). При этом можно заметить, что содержание желтых пигментов увеличилось: у сорта Президент на 18,2%, у сорта Шамъ на 25%, у *T. polonicum v. heidelbergi* на 17%.

В целом такая же закономерность обнаруживается и в фазе молочно-восковой спелости. Как видно из данных таблицы 1, что при почвенной засухе содержание хлорофиллов «*a*» и «*b*» у сорта Президент снизилось на 16%, у сорта Шамъ - на 15%, а у *T. polonicum v. heidelbergi* на 19%. Количество каротиноидов в листьях пшеницы сортов Президент и Шамъ увеличилось на 28 и 27% соответственно, а у T. polonicum v. heidelbergi - оно повысилось на 30%, т.е. они практически близки между собой.

Таким образом, изучение содержания фотосинтетических пигментов в листьях у сортов пшеницы в зависимости от фазы их развития в условиях нормального водоснабжения показало, что содержание хлорофиллов a и b, начиная от фазы трубкования, увеличивается до фазы цветения, а затем в фазе молочно-восковой спелости уменьшается. В условиях почвенной засухи общее содержание хлорофилла в целом заметно

уменьшается. Это происходит как за счет хлорофилла а, так и хлорофилла b.

В таблице 2 представлены данные по влиянию почвенной засухи на формирование листовой площади сортов твердой пшеницы в течение онтогенеза. Данные таблицы показывают, что по формированию листовой площади наблюдали заметные различия как между сортами, так и при разных условиях водообеспечения (контроль и опыт). У *T. polonicum v. heidelbergi.* Максимальная листовая площадь образовалась в начальных фазах вегетации – фазе трубкования – 129,6 см²/растение.

В то же время сорта Президент и Шамъ формировали максимальную листовую площадь в фазе цветения – 99,98 и 111,93 см²/растение. При этом минимальные величины площади листьев имелись у всех изученных сортов при дефицитном водоснабжении в фазе молочно-восковой спелости (от 44,8 до 93,72 см²/растение). Вместе с тем, сорт Шамъ во всех фазах вегетации отличался более высоким и стабильным уровнем площади листьев, а *T. polonicum v. heidelbergi* резким сокращением листовой площади в период формирования урожая. В условиях почвенной засухи площадь листьев у всех изученных сортов во всех фазах развития по сравнению с вариантом «контроль» уменьшалась в разной степени. Такая закономерность наблюдалось в фазе трубкования, колошения и цветения

.

Таблица 2.

Площадь листьев растений сортов твердой пшеницы (см²/растение)

Сорт	Вариант	Фаза развития				Статистика	
		трубкования	колошения	цветения	молочно-восковая спелость	$\overline{M}\pm S\overline{M}\cdot t_2$	V, %
Президент	Контроль	61.96	88.99	99.98	80.09	82.7±25.6	19
	Опыт	58.06	56.71	54.96	50.62	55.1±5.1	6
T. polonicum v. heidelbergi	Контроль	109.60	117.40	67.80	51.90	87.0±5.1	37
	Опыт	79.60	73.70	49.70	44.80	62.0±27.5	28
Шамъ	Контроль	93.12	96.68	111.93	93.72	98.8±14.0	9
	Опыт	82.30	77.08	74.23	68.37	75.5±9.3	8

В таблице 3 представлены данные по удельной поверхностной плотности листа (УППЛ) растений генотипов твердой пшеницы в условиях почвенной засухи.

Из данных таблице видно, что УППЛ в условиях оптимального водообеспечения во всех фазах развития значительно ниже, чем при почвенной засухе. В фазе трубкования у изученных генотипов пшеницы УППЛ имеет практически одинаковый результат независимо от условий водообеспечения. Однако в дальнейшем, по мере развития растений, УППЛ возрастает во всех вариантах опыта. Здесь следует подчеркнуть, что у *T. polonicum v. heidelbergi* в фазах колошения, цветения и молочно-восковой спелости УППЛ заметно выше, чем у сортов Президент и Шамъ в обоих вариантах опыта. Это указывает на то, что ассимилирующая способность листьев у этого сорта в этих фазах развития более высокая

Таблица 3.

УПП листьев растений генотипов твердой пшеницы в условиях почвенной засухи (г/дм²)

Сорт	Вариант	Фаза развития				Статистика	
		трубкования	колошения	цветения	молочно-восковая спелость	$\overline{M}\pm S\overline{M}\cdot t_2$	V,%
Президент	Контроль	0.24	0.37	0.40	0.37	0.35±0.1	20
	Опыт	0.28	0.54	0.57	0.76	0.54±0.3	37
T.polonicum v. heidelbergi	Контроль	0.23	0.64	0.73	0.65	0.56±0.3	40
	Опыт	0.28	0.74	0.80	0.86	0.67±0.3	39
Шамъ	Контроль	0.20	0.32	0.41	0.32	0.31±0.1	28
	Опыт	0.25	0.49	0.56	0.64	0.47±0.1	36

Полученные данные свидетельствуют о том, что УПП листьев сорта Шамъ в условиях дефицита влаги снижается по сравнению с сорта Президент и *T. polonicum v. heidelbergi*.

В таблице 4 приведены данные по влиянию почвенной засухи на чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у генотипов твердой пшеницы. Как видно, ЧПФ (чистая продуктивность фотосинтеза) растений изученных генотипов в ходе вегетации имеет свои особенности. В начальных фазах развития (всходы – трубкование - колошение) имеют относительно низкий уровень ЧПФ, в этот период в варианте «контроль» ЧПФ растений значительно выше, чем в варианте «опыт». В фазе трубкование – колошение наиболее высоким уровнем ЧПФ отличается *T. polonicum v. heidelbergi*, в период колошения – цветения – молочно-восковой спелости ЧПФ у изученных сортов и *T. polonicum v. heidelbergi* заметно возрастает и здесь следует отметить, что при почвенной засухе по сравнению с вариантом «контроль» она достаточно высокая.

Таким образом, показано, что под влиянием длительной почвенной засухи у генотипов твердой пшеницы, динамика формирования площади листовой поверхности, удельная поверхностная плотность листа и чистая продуктивность фотосинтеза заметно отличались от контрольных растений(оптимальное водообеспечение). У сорта Шамъ уровень формирования площади листовой поверхности был выше, чем у других изученных объектов, однако, УППЛ у сорта Шамъ была заметно выше, чем у сорта

Таблица 4.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) у сортов твердой пшеницы (г/м². сутки)

Сорт	Вариант	Фаза развития				Статистика	
		Всходы - трубкования	Трубкования - колошения	Колошения-цветения	Цветения–молочно-восковая спелость	$\overline{M}\pm\overline{M}S\cdot t_2$	V, %
Президент	Контроль	2.98	3.10	5.64	4.77	4.12±2.1	31
	Опыт	1.84	2.47	8.93	9.34	5.64±6.4	72
T.polonicum v. heidelbergi	Контроль	2.76	3.99	5.54	5.15	4.36±2.0	29
	Опыт	1.67	3.00	6.51	6.86	4.51±4.2	57
Шамъ	Контроль	2.70	3.81	6.01	5.10	4.4±2.3	33
	Опыт	1.51	2.24	7.80	8.38	5.0±5.7	72

Президент и *T. polonicum v. heidelbergi*. ЧПФ сорта Президент и *T. polonicum v. heidelbergi* в условиях почвенной засухи превосходили до фазы колошение – цветение, а в остальных фазах развития у сорта Шамъ ЧПФ была выше по сравнению с *T. polonicum v. heidelbergi*.

Анализ полученных данных (Рис. 1) показывает, что водный стресс (почвенная засуха) приводит к снижению интенсивности видимого фотосинтеза у всех изученных сортов пшеницы. Это особенно ярко выражено у *T. polonicum v. heidelbergi* в фазе трубкования, колошения и молочно-восковой спелости.

Степень снижения интенсивности фотосинтеза у сорта Президент в условиях почвенной засухи в начальных фазах вегетации (трубкование, колошение) намного меньше, чем у сорта Шамъ и *T. polonicum v. heidelbergi*, а в дальнейшем наблюдается обратная картина, т.е. сорт Президент в условиях почвенной засухи имеет сравнительно пониженную ассимиляционную способность, чем другие изученные сорта.

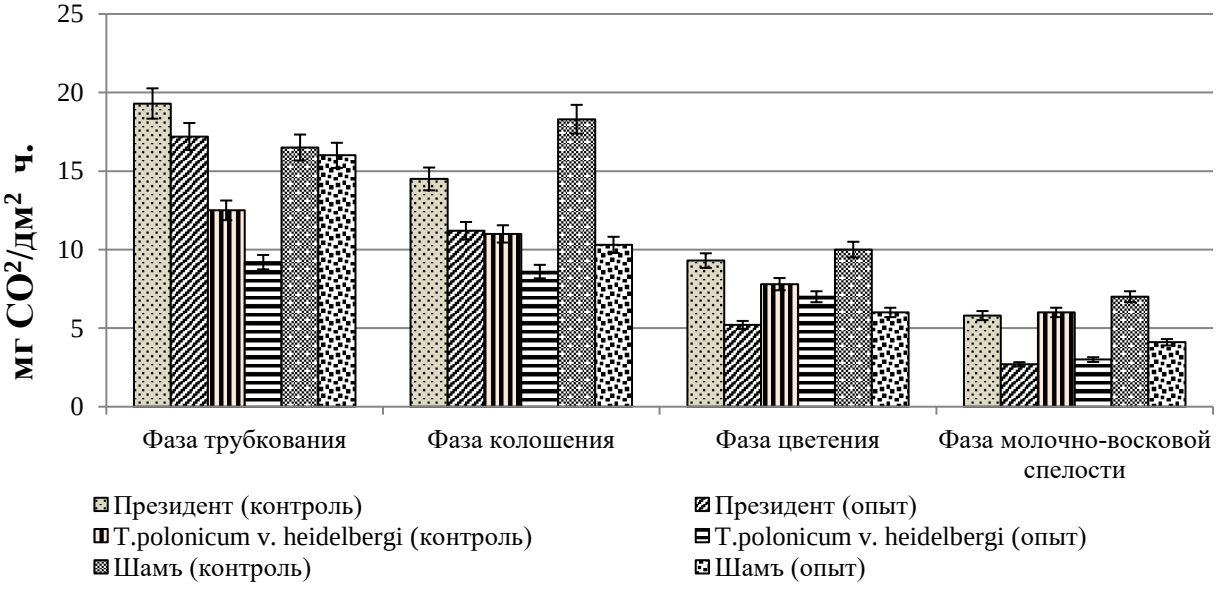


Рис. 1. Влияние почвенной засухи на дневной ход видимого фотосинтеза сортов твердой пшеницы в течение онтогенеза.

Таким образом, анализ данных по влиянию засухи на интенсивность фотосинтеза в листьях изученных генотипов показал, что во всех случаях почвенная засуха способствовала снижению скорости ассимиляции CO_2 у растений пшеницы. Вместе с тем, можно заметить, что в условиях полива у сорта Шамъ в фазах колошения, цветения и молочно-восковой спелости интенсивность видимого фотосинтеза несколько выше, чем у других генотипов. У изученных растений в течение всего периода онтогенеза интенсивность фотосинтеза между вариантами опыта значительно различалась.

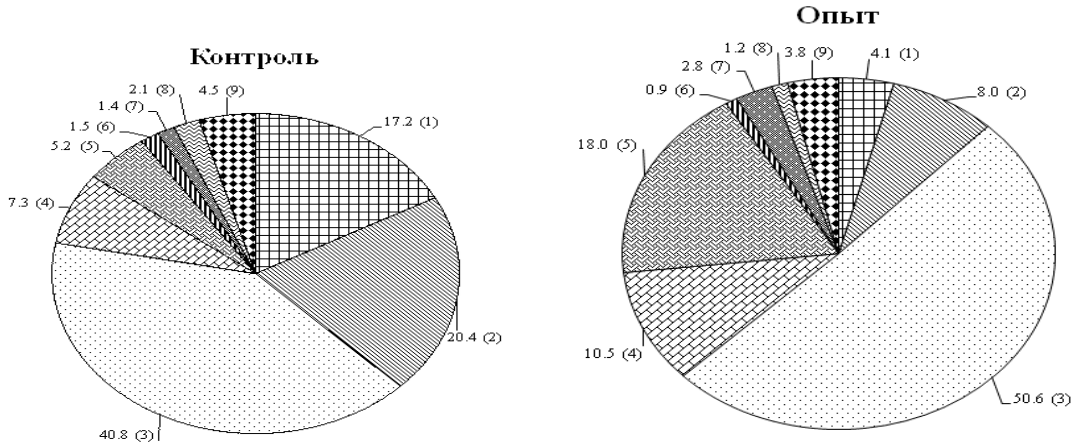
На рисунке 2 представлены результаты изучения влияния почвенной засухи на фотосинтетический метаболизм углерода флаговых листьев у твердой пшеницы.

Полученные данные показывают, что при кратковременном фотосинтезе (экспозиция 1 мин.) поглощенный ^{14}C обнаруживается во всех ранних продуктах восстановительного пентозофосфатного цикла (ВПФЦ). Почти 80% ^{14}C у сорта Президент и разновидности *v. heidelbergi* вида *T. polonicum* в контрольном варианте включается в фосфоглицериновую кислоту (ФГК), фосфорные эфиры

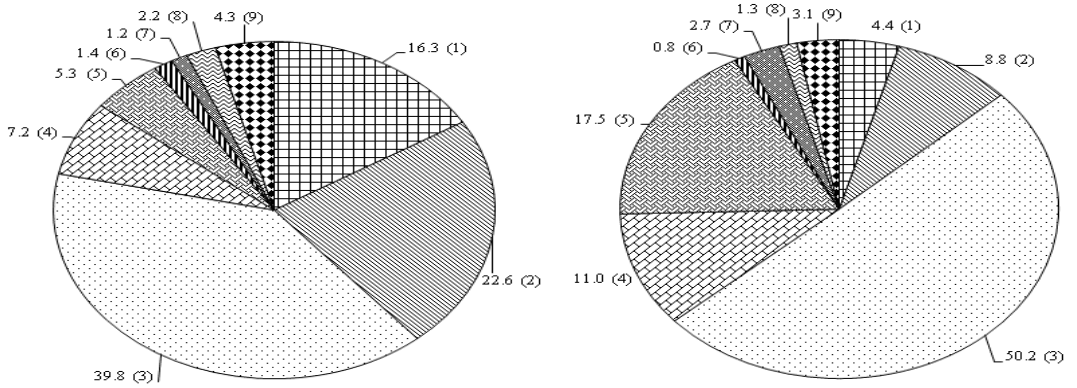
сахаров (ФЭС) и сахарозу. При этом в глицине и серине – 7.3%, аланине - 5.2%. В глицерате, гликолате и малате ^{14}C накапливается в незначительных количествах. Практически такая же закономерность наблюдается у сорта Шамъ.

В условиях почвенной засухи (вариант «опыт») ^{14}C преимущественно накапливается в сахарозе, глицине, серине и аланине и в незначительных количествах в глицерате, гликолате и малате. Показано, что длительная почвенная засуха приводит к усилению углеводного направления метаболизма (Рис. 3). Одним из объяснений этого факта может быть двойной путь образования сахарозы как при функционировании ВПФЦ, так и через ФЕП - карбоксилирование. Это имеет важное защитно-приспособительное значение и может обеспечивать высокую степень засухоустойчивости сорта.

Сорт Президент



T. polonicum v. heidelbergi



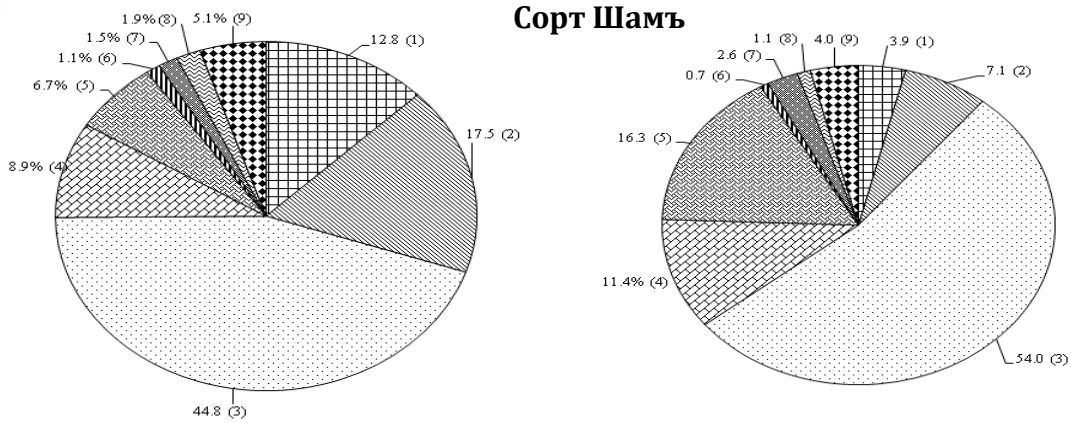


Рис. 2. Влияние почвенной засухи на фотосинтетический метаболизм углерода (содержание ^{14}C в продуктах, % от суммарной радиоактивности водно-спиртовой фракции) флаговых листьев у сортов твердой пшеницы: 1 – ФГК - фосфоглицериновая кислота, 2 – ФЭС - фосфорные эфиры сахаров, 3 - сахароза, 4 – глицин, серин, 5 – аланин, 6 – глицерат, 7 – гликолат, 8 – малат, 9- прочие.

Список литературы:

1. Каримов Х.Х. Приоритетные направления научных исследований по влиянию изменения климата на биоразнообразие. Известия АН РТ, Отд. биол. и мед. наук. 2008; 1 (162): 7—14.
2. Alam Zeb., Zahir Ali., Taufiq Ali., Abdullaev A. Physiological characteristics of wheat varieties growing in same and different ecological regions of Pakistan. Pakistan Journal of Biological Science. 2006; 9: 1823-1827.
3. Абдуллаев А., Эргашев А., Джумаев Б.Б., Абдуллаев Х.А., Каримова И.А. Физиология хлопчатника в условиях стресса. - Душанбе: Дониш. 2013;153.
4. Абдуллаев А., Эргашев А., Джумаев Б.Б., Касымова Г.Ф., Маниязова Н.А., Сабоиев И., Усманов Т., Абдуллаев С.Ф. Физиология пшеницы в условиях изменения климата в Таджикистане. Душанбе: Дониш. 2015; 153 с.
5. Rocio R.V. Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. Plant Physiology and Biochemistry, 2012; 56: 24-34.
6. Rassow J., Von Ashen O., Bomer U., Pfanner N. Molecular chaperones: towards a characterization of the heat-shock protein 70 family. Trends in Cell Biol. 1997; 3:129-133.
7. Reyer C., Bachinger J., Bloch R. et al. Climate change adaptation and sustainable regional development: a case study for the Federal State of Brandenburg, Germany. - Reg. Environ Change. 2012; 12: 523-542.
8. Vernon L.P. Spectrohotenatric determination of chlorophylls and phiopkytine in plant ertrnota. Analyt. Chem.-1960; 32: 9. 1144-1150.
9. Wettstein D. Chicrophyll-letaleans submikreskopische formcchsel der plastiden. Exp. Cell.Res.1957; 12: 424-506.
10. Эргашев А., Абдурахмонова З.Н., Кичитов В.К., Насыров Ю. С Влияние естественной высокогорной УФ-радиации на фотосинтетическую ассимиляцию углерода. Фотосинтез и использование солнечной энергии. Л: Наука. 1971; 226-231.
11. Белан Н.Ф., Абдурахманова З.Н. Разделение продуктов фотосинтеза методом хроматографии в тонких слоях. Доклады АН Тадж. ССР. 1969; 12: 6-9.
12. Доспехов В. А. Методы полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351.
13. М.А. Бабаджанова, А.К. Мирзорахимов, А.К. Сайфудинов, А.Э. Эргашев, Ш.А. Эсаналиева, К.Н. Ниматова. Большой практикум по физиологии и биохимии растений с основами энзимологии. Душанбе. 2017; 136

ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.), РАЙОНИРОВАННЫХ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

С.С.Бабоева[1,2], Р.М.Усманов[1], Д.Э.Кулмаматова[1,3]
[1]*Институт генетики и экспериментальной биологии растений АН РУз, Узбекистан, Ташкент обл, 111208, Юқори-Юз МФЙ*
[2]*Международный инновационный центр Приаралья при президенте Республики Узбекистан, ССГ Саманбай, Нукус 230100, Республика Каракалпакстан, Узбекистан*
[3]*Чирчикского Государственного Педагогического Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ*

Аннотация. *Пшеница является одним из основных сельскохозяйственных растений в мире. Изменение климата, атмосферная и почвенная засуха влияют на продуктивность многих сельхозкультур, в то время как половина населения земного шара нуждается в пище. Цель работы - определить эффективность и достоверность физиологических признаков для скрининга засухоустойчивых генотипов мягкой пшеницы, возделываемых в орошаемых и неорошаемых условиях Средней Азии. Проведено фенотипирование 201 сорта мягкой пшеницы по физиологическим и морфологическим признакам, таким как относительная влажность листьев (RWC), относительная сухая масса (RDW), дефицит водонасыщения (RSD), относительный дефицит насыщения (RSD), площадь листовой поверхности (LSA), сочность листьев (LSC), массы тысячи зерен (TKW) и их взаимосвязь с индексами стрессоустойчивости (STI). Из полученных данных, можно сделать вывод, чем выше процентное соотношение относительного содержание воды и большая площадь листа, низкое процентное значение относительное сухая масса в стрессовых условиях являются хорошими показателями для определения засухоустойчивости сорта. Кроме того, мы определили, что генотипы пшеницы с низкой массой тысячи семян более устойчивы к дефициту воды.*

Ключевые слова: гидротермический коэффициент, относительное содержание воды листа, водный дефицит, хлорофиллы, площадь листа, семена, толерантность.

PHENOTYPING OF DROUGHT TOLERANT SOFT WHEAT VARIETIES (*TRITICUM AESTIVUM* L.) REGIONALIZED IN CENTRAL ASIA

S.S.Baboeva[1,2], R.M.Usmanov[1], D.E.Kulmamatova[1,3]
[1]*Institute of Genetics and Experimental Plant Biology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent region, 111208, Yukori-Yuz MFY*
[2]*International Innovation Center of the Aral Sea Region under the President of the Republic of Uzbekistan, Samanbay GCC, Nukus 230100, Republic of Karakalpakstan, Uzbekistan*
[3]*Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan, Tashkent region, 100074, University st. 4, ChSPU*

Annotation. Wheat is one of the main agricultural crops and is considered the leading part of bread production. Climate change, atmospheric and soil drought adversely affect productivity, while half world's population needs extra food. The aim of the work is to determine the effectiveness and reliability of physiological traits for screening drought-tolerant bread wheat genotypes cultivated in irrigated and rainfed conditions of Central Asia. Phenotyping of 201 bread wheat cultivars was carried out for physiological and morphological traits, such as Leaf Relative Water Content (RWC), relative dry weight (RDW), water saturation deficit (RWA), relative saturation deficit (RWA), leaf surface area (LSA) and

leaf succulence (LSC), and their relation to 1000 kernel weight and stress tolerance indices. From the data obtained, it can be concluded that the higher the percentage of relative water content and large leaf area, the lower the percentage value of relative dry weight under stress conditions is a good indicator for determining drought tolerance of the wheat varieties. As well, we have determined that wheat genotypes with a low thousand seed weight are more resistant to water scarcity stress.

Key words: Hydrothermal coefficient (HTC), leaf relative water content (LRWC), chlorophyll (SPAD), leaf surface area (LSA), and leaf succulence (LSC), thousant kernel weight (TKW), stress tolerance indices (STI).

ВВЕДЕНИЕ

Водный стресс является одним из самых распространенных и пагубно действующих на растительный организм абиотических факторов. [1]. Около 1/3 поверхности суши занимают области, где обнаруживается дефицит влаги, и половина этой площади крайне засушлива.

По данным Межправительственной группы экспертов в условиях глобального изменения климата в регионах с недостаточным увлажнением участятся засушливые периоды. В этих регионах – Центральная Азия, Средиземноморье, Южная Африка, Австралия и т. п. ситуация еще более усугубиться из-за сокращения уровня выпадения осадков (МГЭИК, 2014). Уже наблюдаемые изменения в количестве водных ресурсов в аридных зонах ставят под угрозу эффективность сельскохозяйственного производства, и, соответственно, обеспечение глобальной продовольственной безопасности - к 2050 году производство продуктов питания необходимо будет удвоить, чтобы удовлетворить потребности быстро растущего населения, и это должно быть достигнуто в условиях изменения климата и истощения ресурсов.

Крайне остро эта проблема стоит для аридных зон Центральной Азии и, особенно, для Узбекистана, с его почти полностью орошаемым земледелием. Климат Узбекистана, почвы которого относятся к аридным и полуаридным зонам, является резко континентальным. Основная часть территории представляет собой засушливую зону, на которую в основном влияет сухость воздуха и почвы, а также изменчивость климата. Почти 80 % площади страны занимают пустынные и полупустынные зоны [2]. При изучении климата Средней Азии за последние 100 лет было отмечено, что средняя температура воздуха в Узбекистане повышается на 0,27◦С каждые 10 лет.

Мягкая пшеница *(Triticum aestivum* L.*)* широко выращивается в полузасушливых районах. Поэтому повышение засухоустойчивости является основной задачей селекционных программ для земледелия в этих районах [3]. Следует отметить, что развитие и выживание растений гораздо сильнее зависит от доступности воды, чем от какого-либо иного фактора внешней среды - дефицит влаги влияет на рост, развитие, урожайность и качество урожая сельскохозяйственных культур.

Недостаток влаги в период вегетации – это один из основных

лимитирующих факторов получения высоких и стабильных урожаев [4, 5]. Устойчивость к водному стрессу является сложным параметром, при котором на продуктивность сельскохозяйственных культур могут влиять несколько характеристик [6]. На реакцию растений на засуху могут влиять многие факторы, такие как генотип растения, стадия роста, тяжесть и продолжительность стресса [7], активность фотосинтетического аппарата [8] и факторы внешней среды [9].

По мнению некоторых исследователей, существует взаимосвязь между различными физиологическими реакциями сельскохозяйственных культур и их функциями устойчивости в условиях засухи, такими как содержание относительной и потенциальной воды в листьях [10, 11] и целостность мембраны [12, 13]. Для выявления засухоустойчивых генотипов рекомендовано несколько селекционных показателей на основе урожайности зерна в стрессовых и не стрессовых условиях. Оптимальный показатель отбора должен отличать генотипы, проявляющие равномерное превосходство в обоих условиях, от генотипов, хорошо себя чувствующих только в стрессовых или не стрессовых условиях [14, 15].

Все это требует создания более эффективных сортов продовольственных культур, устойчивых к более суровым условиям. В условиях современного глобального изменения климата сорта пшеницы, выращиваемые в Узбекистане, подвергаются негативному воздействию различных стрессовых факторов, в том числе проблемными становятся недостаточное количество поливной воды, короткая весна, высокие температуры в критические периоды онтогенеза, заболевания ржавчиной и т.д. Ожидается, что применение новейших научных и технических достижений в оценке селекционного материала приведет к большей результативности традиционной селекции. К таким достижениям относится разработка высокопроизводительных методов фенотипирования, позволяющие охарактеризовать большое количество материала по многим морфофизиологическим и хозяйственно-полезным параметрам [16].

Цель настоящего исследования заключалась в определении эффективности и достоверности физиологических признаков для скрининга засухоустойчивых генотипов мягкой пшеницы, возделываемых в орошаемых и неорошаемых условиях Центральной Азии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые эксперименты были проведены в 2021 году, на экспериментальных полях института Генетики и экспериментальной биологии растений, Академии Наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан. В эксперименте участвовал 201 сорт мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения и возделываемые в Центральной Азии: Казахстан-71, Узбекистан-27, Таджикистан-9, Киргизстан-43, России-33, Турции-3, Украины-3, Сербии-1 и TCI (Turkey, CIMMIT, IKARDA)-11 сортов. В каждом

питомнике образцы высевались на 1 м^2 делянках, на двух фонах: орошаемых условиях (E1) и условиях водного дефицита (E2).

Норма высева 200 ц/га, в 2 повторности, посев осуществляли в третьей декаде октября. В условиях искусственной засухи осуществляли полив почвы перед посевом и не поливали в течение всего вегетационного периода, тогда как в контрольном варианте осуществляли полив после посева и трижды поливали в течение вегетационного периода. Гидротермический коэффициент определяли по Г.Т.Селянинову [17]. Этот показатель рассчитывается по формуле: К = R*10/Σt; где R представляет собой сумму осадков в миллиметрах за период с температурами выше +10°C, Σt определяет сумму температур в градусах Цельсия (°C) за то же время.

Все физиологические и морфобиологические измерения проводились на флаговых листьях, в начале месяца мая. С каждого генотипа собирали по 10 флаговых листьев, упаковывали в полиэтиленовый пакет для предотвращения потерь влаги.

Площадь каждого листа LSA (cm^2) измерялась с помощью программы ImageJ, по методике Cosmulescu S [18].

Измеряли сырую массу листа (FW), далее держали в дистиллированной воде в течение 16 часов, измеряли тургорную массу листа (TW), для определения сухой массы (DW) помещали в сушильный шкаф при 80 до абсолютно сухого состояния [19].

Определены такие показатели как, относительное содержание воды в листе (RWC), относительно сухая масса (RDW), водный дефицит (WSD), относительный дефицит насыщения (RSD), площадь листовой поверхности (LSA), сочность листьев (LSC) [20].

Указанные параметры определяли по следующим формулам:

$$RWC\ (\%) = [(FW - DW)/ (TW - DW)] * 100$$

$$RSD\ (\%) = \frac{TW-FW}{TW} x100$$

$$RDW=\frac{DW}{TW-DW}$$

$$WSD = (100-LRWC),$$

$$LSC =\frac{FW-DW}{LSA}$$

Содержание хлорофиллов определяли с помощью хлорофиллметра (SPAD-502, Minolta, Japan) непосредственно на поле.

Сравнение вышеуказанных показателей с массой тысячи семян (TKW) и индекс стресс толерантности (STI) проводили по [21].

$$STI=\frac{1-[(Ys)\ /\ (Yp)]}{1-[(\bar{Y}s)\ /\ (\bar{Y}p)]}$$

Где: Ys-*масса* продуктивность сорта в оптимальных условиях; Yp-*масса* продуктивность сорта в стрессовых условиях; $\bar{Y}$s- *масса* продуктивность всех сортов в оптимальных условиях; $\bar{Y}$p- масса продуктивности всех сортов в стрессовых условиях.

Статистический анализ. Описательная статистика и корреляционные взаимосвязи были проанализированы в функциях анализа

данных программы Microsoft Excel, и главные компонентные анализы - в программе Minitab. Эксперименты проводились в двух вариантах – орошение (E1) и водный дефицит (E2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период эксперимента (по месяцам с марта по июнь) определяли гидротермический коэффициент. Этот показатель, характеризующий уровень влагообеспеченности территории широко используется в агрономии для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности с целью определения целесообразности выращивания тех или иных сельхозкультур. Колебания значений ГТК для зон неустойчивого увлажнения значительны и связаны с неравномерностью выпадения осадков.

Гидротермический коэффициент, равный 2,0 и более, характеризует условия избыточного увлажнения; 1,5 - условия оптимального увлажнения; 1,0 - засушливая; 0,7 - очень засушливая; 0,5 и менее - очень сухая где необходим полив при возделывании культурных растений [22].

ГТК в 2021 году составлял в марте 2,93, в апреле - 0,67, в мае - 0,15 и в июне - 0,00. В вегетативном периоде пшеницы, особенно во время роста, колошения и созревания семян наблюдалась засуха. Этот показатель поможет оценить засухоустойчивость сортов.

3.1. Группировка генотипов по индексу стресс толерантности и их Среднестатистические анализы физиологического состоянии.

Для изучения физиологии засухоустойчивости мягкой пшеницы исходные данные большего количество сортов группировали по методу Г.Ф.Лакина (1990) [23], равноинтервальный вариационный ряд на 10 групп по индексу стресстолерантности. Минимальное значение индекса стресс толерантности по засухоустойчивости 201 сортов составляет 0,02 и максимальное - 2,36. Размах изменчивости равен 2,34, такой размах считается очень большим. В таблице-1 приведены групповые интервалы, полученные путем деления размаха изменчивости на выбранное число групп. Можно увидеть, что большое количество сортов встречается в четвертой и шестой группах, 37 и 38 генотипов соответственно. Во время ранжирования 201 сорта по индексу стресс толерантности, показано, что у сорта Писанка из селекции Украины этот показатель составлял 2,06, у гибрида PRL/2*PASTOR/3/KS82W409/SPN//TAM 106/TX78V3630 из коллекции TCI – 2.36. Данный генотип был единственном в десятой группе и для удобства анализа его включили в девятую группу.

По мере приближения индекса стресстолерантности к нулю, тем устойчивее растение. Из 201 сортов, сорта 1-3 группы - общее количество 57 сортов - считаются очень устойчивыми, сорта 4-6 группы -100 сортов - можно считать более или менее устойчивые к стрессу, остальные сорта восприимчивые к условиям засухи.

В первой группе, в основном находиться генотипы, продуктивность которых в контроле и водном дефиците, очень близки друг к другу. Такие сорта из Узбекской селекции как Андижан 1, Бахмал 97, из Казахской селекции Сапали, Шапагат, Богарная 56, Стекловидная 24 и Батыр, из селекции Российской Федерации Памьят, Калым, Васса, Гурт, Афина, Нота, из селекции Киргизии Эритроспермум 760 и Зубков, из Таджикской селекции Алекс, а также из селекции Турции Сонмез *из* первой группа**.**

1-3 группы включают в себя 9 сортов из селекции Узбекистана, 20 сортов из селекции Казахстана, 12

сортов из селекции Российской Федерации, 13 сортов из Киргизской селекции, из Таджикской и Турецкой селекции по одному сорту.

Среднестатистический анализ показывает, что относительное содержание воды у стресс устойчивых сортов имеют практически одинаковое значение, но у каждого генотипа есть свои индивидуальные показатели в орошаемых и не орошаемых условиях. В таблице-1 можно наблюдать что этот показатель в неустойчивых сортах ниже при водном дефиците, чем в контрольных условииях. Самое низкое значение в орошаемых условиях наблюдалось у сорта Красноводопод 210 - 54,6 из 4-группы, а также у сорта Баянди с показателем 56 из 2-группы из селекции Казахстана. Высокие показатели относительного содержания воды наблюдалось в сортах Пахлавон, Бардош и Илгор из Узбекской селекции, из Киргизское селекции-Киял и Аракет, Ехол, которые находятся в 6-9 группах.

В работе Larbi A. и Mekliche A. [24] по исследованию влияния засухи на содержание воды в листьях и сочность листа показано, что чем сильнее и продолжительнее засуха тем меньше значение этих параметров. D. W. Lawrow [25] при исследовании двух типов ассимиляционного потенциала растений C_3 типов фотосинтетического аппарата, показано, что при уменьшение RWC с 100 % до 75 снижается устичная проводимость и скорость фотосинтетического ассимиляции, и потенциальная скорость ассимиляции.

Показатели относительная сухая масса, относительный дефицит насыщения, сочность листьев в двух условиях выращивания 201 генотипов показывают, что каждый генотип адаптируется к стрессу индивидуально.

Наблюдалось снижение площади листовой поверхности в условиях водного дефицита. Уменьшение площади листа в засушливых условиях наблюдалось у сортов Батыр с 31,94 до 22,68 в первой группе, Баянди - с 32,87 до 30,82 из второй группы из селекции Казахстана, Краснодарская 99 - с 32,21 до 26,69 из селекции России в девятой группе, и Чиллаки из Узбекской селекции - с 32,56 до 27,57 из пятой группы.

Наблюдалось также снижение содержания хлорофиллов (показания SPAD 502) в засушливых условиях. В орошаемых условиях минимальное значение 36,6 наблюдалось у сорта Куяльник селекции Украины, Интенсивная из Киргизской селекции, Пахлавон Узбекской селекции и максимальное значение 50,2 и 54,3 у сортов Жадира Казахской селекции, Старшина Российской селекции, и Тилек Киргизской селекции. В условиях водноого дефицита минимальное значение 31,3 и 32,3 наблюдалось у сорта Кума Российской селекции и Аикин 58 Киргизской селекции, и максимальное показание наблюдалось у сорта Тилек Киргизской селекции.

Некоторые генотипы пшеницы могут демонстрировать различия в значениях SPAD в разных местах произрастания [26]. В работе M. Karimpour [27] наблюдалось высокое значение SPAD у сортов, устойчивых к водному дефициту

Таблица 1

Статистический анализ параметров генотипов мягкого пшеницы

№ групп	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объём выборки	19	17	21	37	25	38	19	16	9
Частота %	9,45	8,45	10,44	18,41	12,43	18,9	9,45	7,96	4,47
STI	0,13±0,01	0,36±0,02	0,58±0,01	0,81±0,01	1,02±0,01	1,25±0,01	1,51±0,01	1,75±0,02	2,02±0,04
RWC (E1)	77,32±1,52	75,43±1,96	77,03±1,3	76,24±1,2	77,54±1,37	78,06±1,23	78,66±1,52	80,29±1,44	76,58±2,38
RWC (E2)	78,69±1,23	77,06±1,59	77,17±1,76	74,98±1,45	75,37±1,15	77,19±1,16	76,11±1,75	75,07±1,47	75,48±1,29
RSD (E1)	19,61±1,36	21,31±1,65	19,86±1,18	20,64±1,074	19,40±1,18	19,11±1,11	18,58±1,3	17,3±1,34	19,68±1,86
RSD (E2)	17,23±1,01	18,95±1,4	18,45±1,47	20,45±1,20	19,59±0,98	18,39±0,94	18,85±1,35	20,09±1,27	19,79±1,6
WSD (E1)	22,68±1,52	24,56±1,96	22,97±1,3	23,75±1,2	22,45±1,38	21,94±1,23	21,33±1,52	19,7±1,44	23,53±2,4
WSD (E2)	21,31±1,23	22,94±1,59	22,83±1,76	25,02±1,45	24,62±1,15	22,81±1,16	23,89±1,75	24,93±1,47	24,52±1,29
RWD (E1)	0,16±0,01	0,15±0,01	0,16±0,01	0,15±0,01	0,16±0,01	0,15±0,01	0,14±0,01	0,14±0,01	0,19±0,02
RWD (E2)	0,24±0,01	0,22±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01	0,26±0,01	0,15±0,1	0,27±0,01	0,25±0,01	0,24±0,02
LSA (E1)	45,68±1,9	46,69±1,58	46,01±1,52	47,07±1,09	45,04±1,42	44,52±1,02	46,61±1,41	46,41±1,2	42,08±1,97
LSA (E2)	40,41±2,25	41±1,93	39,31±1,41	39,39±1,22	38,19±1,51	36,15±1,11	38,89±1,62	39,61±1,47	37,32±2,15
LSC (E1)	0,013±0,001	0,012±0,0005	0,012±0,0004	0,013±0,0003	0,013±0,0003	0,013±0,0002	0,012±0,0004	0,012±0,0004	0,012±0,0008
LSC (E2)	0,012±0,0002	0,012±0,0003	0,012±0,0002	0,012±0,0002	0,012±0,0002	0,012±0,0003	0,011±0,0003	0,012±0,0003	0,012±0,0003
Clh (E1)	44,92±0,67	44,30±0,75	43,9±0,59	44,41±0,51	45,088±0,63	44,39±0,54	42,95±0,89	43,58±0,62	45,61±0,67
Clh (E2)	41,77±0,72	41,61±0,62	41,50±0,48	42,20±0,59	42,46±0,59	41,07±0,59	40,77±0,85	41,12±0,51	43,67±0,78
TKW (E1)	39,18±1,32	40,98±1,71	41,81±1,16	43,02±0,92	43,54±0,75	41,19±0,63	43,66±0,94	41,42±1,3	43,15±1,99
TKW (E2)	38,23±1,27	38,20±1,57	37,27±1,05	36,5±0,77	35,23±0,62	31,54±0,49	31,37±0,71	27,97±0,95	26,89±1,01

Минимальное значение массы тысячи семян в орошаемых условиях составляло 27,35г у сорта Омад, максимальное - 60,9г - у сорта Ок бугдай Узбекской селекции. В условиях водного дефицита минимальное значение отмечено у сорта Оксемен - 21,25г - из Казахское селекции, максимальное значение - 50,6г - у сорта Ок бугдай из Узбекской селекции.

Генотип-фенотипический корреляционный коэффициент физиологических показателей в разных условиях водобеспеченности.

Нами было изучен корреляционный анализ в двух условиях выращивание между водным статусом листа, массой тысячи семян и индексом стресс толерантности. Генотипы и фенотипические корреляции между всеми изученными парами представлены в таблице 2.

Относительное содержание воды листа и дефицит водонасыщения в двух условиях отрицательно достоверны с высокой вероятностью. Показана также сильная зависимость, относительного дефицита насыщения и дефицит водного насыщения r=0,99.

Отмечена средняя зависимость относительной листовой поверхности (r=0,77), содержание хлорофиллов (r=0,78), масса тысячи семян (r=0,69), относительно сухая масса листа (r=0,24) друг с другом в двух условиях воообеспечения.

Площадь листовой поверхности имеет слабо-среднюю корреляцию с относительным содержанием воды листа (r=0,33), обратную зависимость с относительным дефицитом насыщения (r=-0,34) и дефицитом водного насыщения (r=-0,33), а также слабую зависимость с показателем «относительно сухая масса».

Отмечена слабая зависимость содержания хлорофиллов листа и массы тысячи семян с другими показателями. Масса тысячи семян имеет существенно слабую корреляцию с площадью листовой поверхности в двух условиях орошения (r=0,28 и r=0,27).

Nguyen, G. N. и др.[28] провели исследование по фенотипированию различных сортов пшеницы в условиях различного азотного питания, в которой показана положительная корреляция на стадии колошения между содержанием хлорофилла (показатели SPAD), с сухой биомассой, урожайностью зерна и концентрацией азота в побегах и зерне. При оценке большего количество генотипов мягкой пшеницы, выращенных в теплицах в условиях абиотического стресса, Shah, S.H. et al [29] выявили сильную положительную (R2 = 0,93) корреляцию между хлорофиллом (значением SPAD-502) со статистической значимостью (p < 0,001), а также между значениями SPAD-502 и содержанием каротиноидов (R2 = 0,85).

Заключение. Группирование большого количества генотипов позволяет более эффективно проводить их оценку при фенотипировании. Группировка была осуществлена по индексами толерантности к стрессу STI. Из полученных данных, можно сделать вывод, что чем выше процентное соотношение относительного содержания воды и большая площадь листа, низкое процентное значение относительной сухой массы в стрессовых условиях являются хорошими показателями для определения засухоустойчивости сорта. Следует отметить, что при взаимодействии генотип-среда, каждый сорт может реагировать по разному на неблагоприятное воздействие окружающей среды

Таблица 2.

Генотип-Фенотипический корреляционный коэффициент физиологических показателей и масса тысячи семян 201 генотипа в двух условиях выращивания, Е1-орошение) и Е2 – водный дефицит).

	STI	*LRWC (E1)*	*LRWC (E2)*	*RSD (%) (E1)*	*RSD (%) (E2)*	*WSD (E1)*	*WSD (E2)*	*RWD (E1)*	*RWD (E2)*	*LSA (E1)*	*LSA (E2)*	*LSC (E1)*	*LSC (E2)*	*Clh (E1)*	*Clh (E2)*	*TKW (E1)*	*TKW (E2)*
STI	1,00																
RWC (E1)	0,12	1,00															
RWC (E2)	-0,08	-0,09	1,00														
RSD (E1)	-0,11	-0,99	0,10	1,00													
RSD (E2)	0,06	0,07	-0,99	-0,07	1,00												
WSD (E1)	-0,12	-1,00	0,09	0,99	-0,07	1,00											
WSD (E2)	0,08	0,09	-1,00	-0,10	0,99	-0,09	1,00										
RWD (E1)	-0,03	0,06	-0,04	-0,15	0,01	-0,05	0,04	1,00									
RWD (E2)	0,12	0,17	0,14	-0,19	-0,29	-0,17	-0,14	0,24	1,00								
LSA (E1)	-0,07	0,30	-0,01	-0,28	0,01	-0,30	0,01	-0,13	0,08	1,00							
LSA (E2)	-0,12	0,23	-0,07	-0,23	0,07	-0,23	0,07	-0,02	-0,01	0,77	1,00						
LSC (E1)	0,05	0,26	-0,03	-0,22	0,05	-0,26	0,03	-0,39	-0,12	-0,23	-0,22	1,00					
LSC (E2)	-0,05	-0,02	0,35	0,03	-0,28	0,02	-0,35	-0,03	-0,37	-0,03	-0,08	0,04	1,00				
Clh (E1)	-0,05	-0,06	-0,03	0,05	0,03	0,06	0,03	0,11	-0,02	0,00	0,05	-0,04	0,18	1,00			
Clh (E2)	-0,03	-0,14	0,04	0,14	-0,04	0,15	-0,04	0,06	-0,04	0,01	0,07	-0,09	0,27	0,78	1,00		
TKW (E1)	0,13	0,05	-0,14	-0,03	0,15	-0,05	0,14	-0,13	-0,06	0,28	0,21	0,14	0,05	0,08	0,12	1,00	
TKW (E2)	-0,62	-0,04	-0,06	0,05	0,08	0,04	0,06	-0,09	-0,13	0,27	0,25	0,08	0,07	0,11	0,11	0,69	1,00

Список литературы:

1. Nezhadahmadi A, Prodhan ZH, Faruq G. "Drought Tolerance in Wheat", The Scientific World Journal. 2013; 12.

2. Исаджанов А.А. Цифровое сельское хозяйство и изменение климата. Форум молодых ученых. 2020; 6(46): 265-269.

3. Kirigwi, F.M., van Ginkel, M., Trethowan, R., Sears, R.G., Rajaram, S., and Paulsen, G.M., Evalua tion of Selection Strategies for Wheat Adaptation across Water Regimes, Euphytica, 2004; 135: 361–371

4. Бычкова О. В., Л. П. Хлебова, А. М. Совриков и др. Реакция генотипов

5. яровой твёрдой пшеницы в условиях моделированного осмотического и солевого стресса. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018; 2 (160): 5-11.

6. Корзун О. С., Бруйло А. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие /Гродно: ГГАУ, 2011; 76-77.

7. Ingram J. and D. Bartels, “The molecular basis of dehydration tolerance in plants,” Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 1996; 47(1): 377–403.

8. Chaves M. M., J. P. Maroco, and J. S. Pereira, “Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant,” Functional Plant Biology, vol. 30, no. 3, pp. 239–264, 2003.

9. Flexas J., J. Bota, F. Loreto, G. Cornic, and T. D. Sharkey, “Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants,” Plant Biology, vol. 6, no. 3, pp. 269–279, 2004.

10. Rizhsky L., H. Liang, and R. Mittler, “The combined effect of drought stress and heat shock on gene expression in tobacco,” Plant Physiology, vol. 130, no. 3, pp. 1143–1151, 2002

11. Clark J. M. and T. N. McCaig, “Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat,” Crop Science, vol. 22, pp. 503–506, 1982.

12. Ritchie S. W., H. T. Nguyen, and A. S. Holaday, “Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance,” Crop Science, vol. 30, pp. 105– 111, 1990.

13. Kaur J., I. S. Sheoran, and H. S. Nainawatee, “Effect of heat stress on photosynthesis and respiration in a wheat mutant,” in Photosynthesis: Molecular Biology and Bioenergetics, G. S. Singhal, Ed., pp. 297–303, 1988

14. Sairam R. K., P. S. Deshmukh, D. S. Shukla, and S. Ram, “Metabolic activity and grain yield under moisture stress in wheat genotypes,” Indian Journal of Plant Physiology, vol. 33, pp. 226–231, 1990.

15. Fernandez, G.C.J., Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance, Proc. Int. Symp. Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Kuo, C.G., Ed., Tainan, Taiwan: AVRDC Publ., 1992, pp. 257–270.

16. SioSe Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V., Evaluation of Drought Resistance Indices under Various Environmental Conditions, Field Crop Res., 2006, vol. 98, pp. 222–229. 6. Hura, T., Grzesiak, S., Hura, K., Thiemtm, E48

17. Афонников Д. А, Генаев М. А., Дорошков А. В.,. Комышев Е. Г, Пшеничникова Т. А. Методы высокопроизводительного фенотипирования растений для массовых селекционно-генетических экспериментов.// ГЕНЕТИКА, 2016, том 52, № 7, с. 788–803

18. Селянинов, Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР / Г.Т. Селянинов // Вопросы агроклиматического районирования СССР / 5АСХНИЛ; под ред. Ф.Ф.

Давитая, А Н. Шульгина. - М., Изд-во м-ва сел. хоз-ва СССР, 1958. - С. 7-13.

19. Cosmulescu, Sina, Flavia Scrieciu, and Manuela Manda. "Determination of leaf characteristics in different medlar genotypes using the ImageJ program." Horticultural Science 47.2 (2020): 117-121.

20. Pietragalla, J., D. M. Mullan, and M. P. Reynolds. Physiological breeding II: a field guide to wheat phenotyping. Cimmyt, 2012.

21. Ahmed K, Shabbir G, Ahmed M, Shah KN. Phenotyping for drought resistance in bread wheat using physiological and biochemical traits. Science of the Total Environment. 2020 Aug 10;729:139082..

22. Fisher, R. A. & Maurer, R. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust J Agric Res, . 1978, 29, 897-912

23. Мищенко, З. А. "Агроклиматология: учебник." 2006.

24. Лакин, Георгий Филиппович. биометрия. Издательство" Высшая Школа", 1990.

25. Larbi, A., and A. Mekliche. "Relative water content (RWC) and leaf senescence as screening tools for drought tolerance in wheat." Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens 60 (2004): 193-196.

26. Lawlor, D. W卌, and G. Cornic. "Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants." Plant, cell & environment 25.2 (2002): 275-294.

27. Barutçular, Celaleddin, et al. "Nutritional quality of maize in response to drought stress during grain-filling stages in Mediterranean climate condition." J. Exp. Biol. Agric. Sci 4 (2016): 644-652.

28. Karimpour M. Effect of drought stress on RWC and chlorophyll content on wheat (*Triticum durum* L.) genotypes. World. Ess. J. 2019;7:52-6.

29. Nguyen, Giao N., et al. "Phenotyping approaches to evaluate nitrogen-use efficiency related traits of diverse wheat varieties under field conditions." Crop and Pasture Science 67.11 (2016): 1139-1148.

Shah, Syed Haleem, Rasmus Houborg, and Matthew F. McCabe. "Response of chlorophyll, carotenoid and SPAD-502 measurement to salinity and nutrient stress in wheat (*Triticum aestivum* L.)." Agronomy 7.3 (2017): 61.

Геномика, протеомика, биоинформатика
Genomics, proteomics and bioinformatics

QTL КАРТИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ КАЧЕСТВА ВОЛОКНА В РИЛ-ПОПУЛЯЦИИ CS-B22 ХЛОПЧАТНИКА

А.Х.Макамов[1,2], И.Б.Салахутдинов[1], М.М.Дарманов[1], Н.Н.Хусенов[1], Ж.К.Норбеков[1], Ш.Э.Шерматов[1], З.Т.Буриев[1], А.А.Абдукаримов[1], И.Ю.Абдурахмонов[1]

[1]Центр геномики и биоинформатики Академии Наук Республики Узбекистан
[2]Чирчикского Государственного Педагогического Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ
*Соответствующий автор email: amakamov@gmail.com

Аннотация. *Настоящая работа посвящена картированию QTL, связанных с признаками качества волокна в популяции рекомбинантно-инбредных линий (РИЛ) хлопчатника, созданной путем скрещивания линии CS-B22, несущей 22-ю хромосому тонковолокнистого хлопчатника, с сортом Ан-Баявут-2.*

В течение двух лет наряду с изучением признаков качества волокна проводили генотипирование РИЛ-популяции с использованием микросателлитных маркеров. Было проведено QTL-картирование с использованием данных по качеству волокна и генотипирования РИЛ-популяции. В результате было идентифицированы 16 локусов QTL, генетически ассоциированных с признаками длины, прочности и удлинения волокна. Идентифицированные локусы QTL будут служить ценным инструментом для улучшения показателей качества волокна средневолокнистого хлопчатника с помощью маркер-ассоциированной селекции.

Ключевые слова: РИЛ-популяции, маркеров, хлопчатника, волокна

IDENTIFICATION OF QUANTITATIVE TRAIT LOCI FOR FIBER QUALITY TRAITS IN COTTON RIL POPULATION

A.Kh.Makamov [1,2], I.B.Salakhutdinov [1], M.M.Darmanov [1], N.N.Xusenov [1], J.K.Norbekov [1], Sh.E.Shermatov [1], Z.T.Buriev [1], A.A.Abdukarimov [1], I.Y.Abdurakhmonov [1]

[1]Center of genomics and bioinformatics, Academy Science of Uzbekistan
[2]Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan, Tashkent region, 100074, University st. 4, ChSPU
*Corresponding author email: amakamov@gmail.com

Annotation. *This work is devoted to the mapping of QTLs associated with fiber quality traits in a population of recombinant-inbred lines (RIL) of cotton, created by crossing the line CS-B22, carrying the 22nd chromosome of fine-staple cotton, with An-Bayavut-2 variety.*

For two years, along with the study of fiber quality traits, the RIL population was genotyped using microsatellite markers. QTL mapping was carried out using data on fiber

quality and genotyping of the RIL population. As a result, 16 QTL loci were identified that are genetically associated with fiber length, strength, and elongation traits. The identified QTLs will serve as a valuable tool for improving fiber quality in medium staple cotton using marker-assisted breeding.

Keywords: RIL-populations, markers, cotton, fiber

INTRODUCTION

Cotton (*Gossypium* L.) is the most natural fiber crop for textile industries in the world. Cotton is the leading economic crop in Uzbekistan for its natural fiber.

The most widely cultivated cotton species *G. hirsutum* (Upland cotton) produces high yield and accounts for approximately 95 % of the world cotton production but possesses moderate quality fiber, not fully tolerant to drought, diseases stresses. To date, upland cotton has been improved from unadapted donor species via traditional breeding method. There are many cotton species were applied for developing of fiber quality traits, resistant to drought and pests, salt tolerant and wilt resistant traits in Upland cotton using interspecific introgression such as Pima cotton *G. barbadense*, *G. mustelinum* and *G. tomentosum*, *G. darwinii* and also subspecies of *G. hirsutum ssp. mexicanum* (Yucatan), *G. hirsutum ssp mexicanum var nervosum*, *punctatum*, *palmeri*, *marie-galante*, respectively [1]. Interspecific introgression has been applied between *G. hirsutum* and *G. barbadense* last decades because of their complementarity in yield and fiber quality. However, applying interspecific introgression between unadapted species and *G. hirsutum* at the whole genome level has been difficult because of poor agronomic qualities of progeny, sterility, limited genetic recombination, distorted segregation [3]. In order to overcome these limitations, the chromosome substitution lines (CS-Lines) of Upland cotton that each line possesses a substituted chromosome or chromosome arms from Pima cotton are valuable genetic material due to having significantly small amount of linkage drags of alien species [9]. In addition, developing intraspecific mapping populations such as recombinant inbred lines (RIL) using chromosome substitution lines are an essential to identify quantitative trait loci (QTLs) for fiber quality traits.

Agronomical and fiber quality traits are complex refer as quantitative traits controlled by QTLs, which complicate the selection processes in conventional breeding program. Through application of DNA based molecular marker technology for cotton improvement thousands of agronomical, fiber quality and diseases resistant QTLs were identified using traditional QTL mapping methods last two decades [6]. But, successfully application of these QTLs for cotton improvement are stay behind other major crops in MAS program [2] and it may be due to usage of traditional mapping approaches, bi-parental populations and employment of instable QTLs which identified in the limited replicates and environments [8]. On the other hand, the utility of identified QTLs from mapping populations in which developed based on inter or

intraspecific hybridizations at the whole genome level may lead to fail in MAS program because of many linkage drags and other epistasis effects are participated.

There are many conventional mapping resources were most commonly used in early QTL analysis, such as the F_2 and backcross (BC) populations, recombinant inbred lines (RIL), backcross inbred lines (BIL) and double haploids (DH), introgression lines (IL) and near isogenic lines (NILs). Nevertheless, recombination events between two parental genotypes occurred only during the establishment of these mapping populations. As a result, recombination has not had enough time to shuffle the genome into small fragments and the QTL get placed on a large chromosomal region (10 to 20 cM), allows mapping of only the allelic pairs present in the two parents [11]. In this case, recombinant inbred lines (RILs) population derived through crossing of chromosome substitution CS-B22 line and local cultivar An-Bayavut-2 is a crucial to identify QTLs in which almost free from linkage drag effects occurring from the rest of chromosomes of Pima cotton. That is why the main objective of this research is to identify QTL loci associated with fiber quality traits using RILs population.

The local cultivar An-Bayavut-2, CS-B22 and RILs population derived through crosses between An-Bayavut-2 and CS-B22 genotypes were used as initial genetic materials in this research. An-Bayavut-2 is an elite cotton cultivar, have moderate fiber quality and agronomic performance, CS-B22 is an Upland cotton chromosome substitution line and possesses a pair of chromosome 22 from Pima cotton. As well as, CS-B22 line has good fiber quality and more lint percentage than its background TM-1 (*G. hirsutum* L.). Totally, 141 RILs population was developed until F_6 generations by self-pollinating of F_2 hybrid individuals through single seed descent (SSD) method.

RILs population and parental genotypes were evaluated for qualitative and quantitative traits 2015-2016. Field experiments were conducted at the experimental station of center in a single and three replicates in 2015 and 2016, respectively. Seeds from F_6 generations were planted in a separate row 90×15×1 scheme.

50 bolls were harvested for quantitative traits analysis such as boll weight, lint percentage, 1000 seeds weight and fiber quality traits (micronaire, length, strength, elongation and others) from each RIL line and parental genotypes. Measures, ginning and calculations were carried out in laboratory condition and prepared fiber samples analyzed for fiber quality parameters using HVI (High Volume Instrument) method. Nighty three RILs were used out of one hundred forty one samples in this mapping analysis.

For molecular studies genomic DNAs were extracted from parental and RIL genotypes using CTAB method [5]. Molecular analysis was conducted in order to identify polymorphic markers between parental genotypes. Initially, PCR screening of parental genotypes was carried out using 845 SSR (simple sequence repeat) primer pairs in *GeneAmp PCR System-9700* (Applied

Biosystem). A total 54 SSR primer pairs were shown polymorphic state between parental genotypes. Then, PCR screening of 93 RILs together with parental samples was conducted using 54 polymorphic primer pairs. Electrophoresis of PCR products carried out using 3.5% high resolution agarose gel staining with ethidium bromide and electrophotogramma was documented in *Alpha Imager 300* (Innotech Inc., USA). Genotyping data harvested as "a" marker locus similar to recipient genotype, "b" similar to donor and "h" having loci from both parental genotypes. Mapping of quantitative trait loci was performed using genotyping data and agronomical and fiber quality traits which harvested 2015-2016. Initially the genetic map of RIL population was constructed using *JoinMap* computer program. In total three linkage groups (LG) was created at score of LOD (logarithm of odds) = 10 (Fig.1. a). The comparison of these LGs with data published before by others researchers [10] showed that our LGs belong to chromosome 9, 20 and 22. Subsequent QTL analysis using composite interval mapping (CIM) algorithm was performed in *Windows QTL Cartographer* program. Twelve QTLs for fiber quality and four QTLs for agronomical traits were identified. Out of twelve QTLs, seven QTLs associated with staple fiber length, five QTLs associated with fiber elongation and three QTLs associated with fiber strength. Two QTLs associated with each ball weight and lint index. The graphic visualization of QTLs location on chromosomes was created in MapChart program (Fig.1. b).

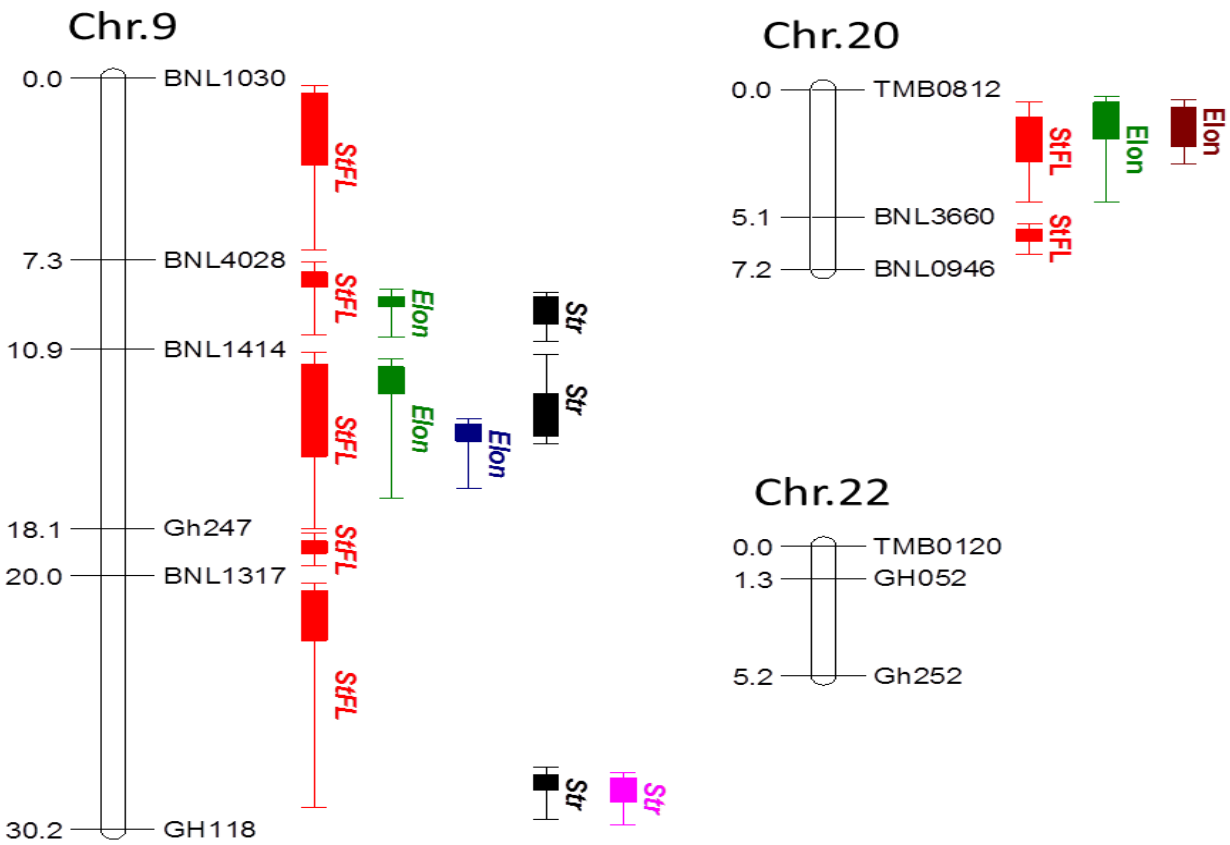


Figure 1. Mapping of QTLs for fiber quality traits obtained in two years. StFL, staple fiber length; Elon, fiber elongation; Str, fiber strength.

StFL associated QTLs were observed between BNL1030 - BNL4028, BNL4028 - BNL1414, Gh247 - BNL1317 and BNL1317 – Gh118 in 7.5-13.5 LOD score. Fiber elongation (*FE*) associated QTLs with 6.0-11.5 LOD score between BNL-4028 and BNL1414, Gh118-BNL3660 and Gh52-Gh252. Ball weight and lint index associated QTL loci were observed between BNL1414 – Gh247 and BNL1317 – Gh118, respectively. According to Lacape J.M. results [7] BNL-1414 marker linked to *FE* and this is support in our QTL analysis result. *StFL* associated QTLs with 4.5-4.8 LOD score located between 11.0-30.2 cM (centimorgan). The identified markers associated with fiber length compared with QTL mapping papers. The comparison analysis of identified markers associated with fiber length between our result and QTL mapping papers showed that the region of BNL-1317 was one of the richest regions for fiber quality traits such as fiber length, strength and micronaire on chromosome 9 [4].

In conclusion, RIL population was genotyped with 54 polymorphic markers and identified 16 QTLs related to fiber quality traits. In addition, the compatibility of our results with peer reviewed QTL mapping papers may increase the application of those QTLs through MAS program in improvement of Upland cotton.

References:

1. Abdullaev, A.A.; Klyat, V.P. & Rizaeva, C.M. Cotton Introduction in Uzbekistan History and Perspectives of Using of Plant Introduction: Problems and Perspectives. (2009), Proceedings of 4th National scientific-applied conference. Tashkent, Uzbekistan 2009; 59-61.

2. Abdurakhmonov I.Y., Saha S., et al. Linkage disequilibrium based association mapping of fiber quality traits in *G. hirsutum* L. variety germplasm. Genetica. 2009. 136:401–417, DOI 10.1007/s10709-008-9337-8

3. Beasley, J. & Brown, M. Asynaptic Gossypium plants and their polyploids. Journal of Agricultural Research. 1942; 9: 421–427.

4. Cai C, Ye W, Zhang T, Guo W. Association analysis of fiber quality traits and exploration of elite alleles in Upland cotton cultivars/accessions (*Gossypium hirsutum* L.). J Integr Plant Biol. 2014; 56: 51–62.

5. Dellaporta S.L., J. Wood, J.P. Hicks, A plant DNA mini-preparation: Version II, Plant. Mol. Biol. Rep. 1983; 1; 19–21.

6. Jamshed M. et al. Identification of stable quantitative trait loci (QTLs) for fiber quality traits across multiple environments in *Gossypium hirsutum* recombinant inbred line population. Jamshed et al. BMC Genomics. 2006; 17:197.

7. Lacape J-M, Nguyen TB, Courtois B, Belot J-L, Giband M, Gourlot JP, Gawryziak G, Roques S, Hau B. QTL analysis of cotton fiber quality using multiple *G. hirsutum* x *G. barbadense* backcross generations. Crop Sci 2005; 45:123–140.

8. Long Y., Zhang Ch., Meng J. Challenges for QTL Analysis in Crops.

REVIEW ARTICLE, J. Crop Sci. Biotech. 2008; 11 (1) : 7-12.

9. Saha, S.; Wu, J.; Jenkins, J.; McCarty, J.; Stelly, D.; Percy, R.; Raska, D. & Gutierrez, O. Effect of chromosome substitutions from *Gossypium barbadense* L. 3-79 into *G. hirsutum* L. TM-1 on agronomic and fiber traits. Journal of Cotton Science. 2004; 8(3): 162-169.

10. Yu, J.Z, Kohel RJ., Fang DD., Cho J., Van Deynze A., Ulloa M., Hoffman SM., Pepper AE., Stelly DM, Jenkins JN, Saha S., Kumpatla SP., Shah MR, Hugie WV., and Percy RG. A high-density simple sequence repeat and single nucleotide polymorphism genetic map of the tetraploid cotton genome. *Genes, Genomes, Genetics*. 2012; 2:43–58.

11. Sean Myles, Jason Peiffer, Patrick J. Brown, Elhan S. Ersoz, Zhiwu Zhang, Denise E. Costich, Edward S. Bucklera. Association Mapping: Critical Considerations Shift from Genotyping to Experimental Design. The Plant Cell. 2009; 21: 2194–2202.

Генетика
Genetics

ГЕТЕРОЗИС И КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПО УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПКА (*G.BARBADENSE* L) В УЗБЕКИСТАНЕ

Н. Чоршанбиев[1,2], Ж. Шавкиев[1], С. Набиев[1], А. Азимов[1], С. Буриева[2], Э. Пардаев[2]

[1]Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
[2]Кафедра технологии хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции, Каршинский инженерно-экономический институт, Карши, Узбекистан
*Соответствующий автор email: jaloliddinshavkiev1992@gmail.com
Адреса электронной почты соавторов: m.saydigani@mail.ru, azimov.abdulahat@bk.ru, nurik_1980@mail.ru, elshod9611@gmail.com

Аннотация. *В статье приведены сведения об комбинационной способности исходных сортов тонковолокнистых сортов хлопчатника. Информация об объединении способностей родителей и скрещиваний имеет решающее значение в селекционных усилиях. Генетическое разнообразие имеет решающее значение для эффективности усилий по повышению урожайности, поскольку оно помогает расширить генофонды любого конкретного хлопка. В связи с этим для определения пар скрещивания при получении гибридных сортов требуется информация о комбинационной способности. Успех любой программы улучшения сельскохозяйственных культур зависит от наличия значительного уровня генетического разнообразия и наследуемости. Наличие статистических различий в показателях признаков суммарной продуктивности в некоторых реципрокных сочетаниях F1 поколения тонковолокнистых сортов хлопчатника свидетельствует о том, что в генетическом контроле этих признаков участвуют как цитоплазматические, так и ядерные гены. В комбинациях F_1 Сурхан-9 х Термез-32, F_1 Сурхан-9 х Сурхан-10, F_1 Сурхан-10 х Термез-32 и F_1 Сурхан-10 х Дуру Гавхар положительный эффект гетерозиса на общую продуктивность составил 122,7-157,2%. Эти гибридные комбинации могут быть использованы в качестве ценного ресурса для гетерозисной селекции. Отмечено сильное неаддитивное влияние генов на продуктивность растений F_1 сортов.*

Ключевые слова: *G.barbadense*, хлопчатник, сорт, гибрид, комбинационная способность, продуктивность растений.

HETEROSIS AND COMBINING ABILITY FOR YIELD OF COTTON (*G.BARBADENSE* L) IN UZBEKISTAN

N. Chorshanbiev[1,2], J. Shavkiev[1], S. Nabiev[1], A. Azimov[1], S. Burieva[2], E. Pardaev[2]

[1]Institute of Genetics and Plant Experimental Biology, Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
[2]Department of technology of storage and initial processing of agricultural products, Karshi Engineering Economics Institute, Karshi, Uzbekistan
*Corresponding author's email: jaloliddinshavkiev1992@gmail.com
Email addresses of coauthors: m.saydigani@mail.ru, azimov.abdulahat@bk.ru, nurik_1980@mail.ru, elshod9611@gmail.com

Annotation. *The article carry out information about combining ability of the parent varieties of fine-fiber cotton varieties. Information about combining ability of parents and crossings is crucial in breeding efforts. Genetic variety is crucial to the effectiveness of yield improvement efforts because it helps to broaden gene pools in any given cotton. As a result, information on combining ability is required to determine the crossing pairs in the production of hybrid varieties. Any crop improvement program's success is contingent on the presence of a significant level of genetic diversity and heritability. The presence of statistical differences in total productivity trait indicators in some reciprocal combinations of F_1 generation of fine-fiber cotton varieties suggests that cytoplasmic genes as well as nuclear genes are involved in the genetic control of these traits. In combinations F_1 Surkhan-9 x Termez-32, F_1 Surkhan-9 x Surkhan-10, F_1 Surkhan-10 x Termez-32 and F_1 Surkhan-10 x Duru Gavkhar, the positive heterosis effect on total productivity was 122.7-157.2%. These hybrid combinations can be used as a valuable resource for heterosis selections. It was noted that the nonadditive effect of genes on plant productivity in F_1 plants of varieties was strong.*

Keywords: *G.barbadense*, cotton, variety, hybrid, combining ability, plant productivity.

INTRODUCTION

Currently, the growing population is leading to an increase in demand for fiber and other products of cotton, which are the main agricultural crop in many countries, along with food sources. Cotton was and still is the most important and popular crop providing natural fiber for the textile industry [1]. The most important species of cotton are *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. [2]. Currently, the world's cotton area is around 35 million hectares, of which about 1.0 million are in Uzbekistan where the cotton is grown under different climatic conditions [3]. In the international cotton market, the fiber of fine-fiber *G. barbadense* L. cotton varieties is more expensive than the fiber of *G. hirsutum* L. Several times more fabric is spun than a ton of this type of fiber, and the cost is also high. 8620 m^2 of fabric is made from medium fiber varieties of fiber type V, 15510 m^2 of fabric is produced from 1 ton of fiber of fine fiber types of type I [4].

In the analysis of the leading countries growing fine-fiber cotton, the United States (11%), Egypt (47%), Sudan (17%), Uzbekistan (25%), Spain (38%) accounted for 7% of the world's cotton area growth was observed. Declines were observed in India (-7%), China (-14%) and Israel (-33%) [5].

The Republic of Uzbekistan is one of the countries in the world that has mastered the cultivation of fine-fiber cotton. The main reason for this is the high temperature in the southern regions of the country, the high heat reserves in Sherabad compared to Cairo (Egypt), and in Termez to Alexandria (Egypt) and Bayram Ali (Turkmenistan), and also many years of effective works of advanced breeders and seed scientists [6].

Recently scientific and practical researches in speice of *G.barbadense* L. in our country conducted by scientists such as Khudarganov and Usmonov [7], Akhmedov [8], Avtonomov [9], Nabiev [10], Amanov [11], Shavkiev [12], Amanov and Abdiev [13], Chorshanbiev [14], Avliyakulov [5].

The main goal of Egyptian cotton breeders is to find high-yielding genotypes. There is also a lot of research going on to study the unused genetic variability of Egyptian varieties and to create new varieties [15].

In the selection process genes were achieved through combining ability to create high-yielding varieties [16].

Nabiev *et.al.* (2018) noted that for the success of fine-fiber cotton selection it is effective to use ridges created on the basis of hybrid populations obtained from crossbreeding of the existing gene pool in the country [17].

Avliyokulov *et.al.* (2018) also conducted research on fine-fiber cotton varieties and created L-858, L-914, L-1532 ridges, which yield 4-26% higher than standard varieties [18].

Gamal *et.al.* (2009) identifies that all traits were under the control of additive and non-additive genes in F_1 combinations of fine-fiber cotton varieties [19]. The plant productivity trait was found to inherit complete dominance in generation F_1 and incomplete dominance in generation F_2.

Combining ability analysis is particularly important in cross-pollinated crops since it aids in the identifi cation of probable inbred parents for hybridization. Such research also aids in determining the nature and amplitude of various types of gene action influencing the manifestation of quantitative economic features [20].

At present, researches on the study of the combining ability of initial forms using various genetic and statistical methods in interbreeding was escalating. The most accurate informative method of assessing general and specific combination ability is diallel crossing.

There are two types of combining abilities examined in biometrical genetics: general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA). General combining ability is a measure of additive gene activity that relates to the average performance of a genotype in a series of hybrid combinations, whereas specific combining ability is the performance of a parent in a specific cross in combining ability [21].

Many scientists have conducted research to assess the general and specific combinig ability of several varieties and found the best performing donors for genetic improvement of cotton [22, 23, 24].

MATERIAL AND METHODS

Conditions for experiments

Our research was conducted at the experimental field of the Institute of Genetics and Plants Experimental Biology, District Zangi-Ota, Tashkent Region, Uzbekistan. The soil conditions of the experimental field are typical gray soil, unsalted, groundwater is deep (more than 8.0 m), damaged by natural vilt. Agrotechnical measures were the same for the entire experimental base. Local Surkhan-9, Termez-32, Duru Gavkhar, Bukhara-7, Surkhan-10 cotton varieties belonging to *G. barbadense* L. species, as well as their inter-varietal F_1-F_2 plants were used as research sources.

Methods for experiments

In our experiment were used as a initial forms with their genetically different origins local Surkhan-9, Termez-32, Duru Gavkhar, Bukhara-7, Surkhan-10 cotton varieties and their inter-varietal F_1, F_2 plants. In the research, combinations of each varieties and their F_1 hybrids were grown in three replications, each replication for 4 rows, and 25 nests in each row using the randomized complete block design method. Planting scheme 90 x 20 x 1.

In the during of the experiment, the inheritance and variability of important morphobiological and economic valuable traits in F_1 plants, and the extent of variability of some economic traits in F_2 combinations were studied by comparing them with parental forms. We were studied 30 plants of each of the varieties, their F_1 combinations and 150 plants of each of the F_2 combinations.

The degree of dominance in F_1 plants was determined according to Wright's formula given in Beil and Atkins [25]:

$$hp = \frac{F_1 - MP}{P - MP}$$

hp – dominance coefficient;

F_1 – the avalute arithmetic mean of the hybrid;

MP – the avalute arithmetic mean of the both parents;

P – the avalute arithmetic mean of the best parents.

Results of research was carried out method statistical processing of Dospekhov [26].

In this case, the indicators obtained for each character were analyzed by dispersion, that is, the reliability of differences between varieties and hybrids using Fisher's criterion (F), total mistake of experiment $S_{\bar{x}}$, error of the mean S_d and the smallest difference ($LSD_{0,05}$) was determined by the level of reliability for 95%, also the data obtained for each traits were statistically analyzed using the modern analysis of variance with ANOVA program. Litun and Proskurin [27] say that Griffing's 4 method (model 1) is widely used in the sphere of practical selection to determine combining ability.

Therefore, in our research, the combining ability of varieties was determined using the following formulas based on the 4th method of B.I. Griffing [28].

Total of squares of general combining ability:

$$Sg=\frac{1}{P-2}\sum_i x^2_{i.}-\frac{4}{P(P-2)}x_{..}^2$$

Total of squares of specific combining ability:

$$Ss=\sum_i\sum_j x_{ij}-\frac{1}{P-2}\sum_i x^2_{i.}+\frac{2}{(P-1)(P-2)}X^2..$$

GCA effect of each variety:

$$g_i=\frac{1}{P(P-2)}(pxi.-2x..)$$

GCA variance of each variety:

$$\sigma^2_{gi}=\frac{P-1}{P(P-2)}y^2$$

GCA constant of each hybrid combination:

$$S_{\hat{ij}}=X_{ij.}-\frac{1}{P-2}(Xi.+Xj.)+\frac{2}{(P-1)(P-2)}X..$$

Variance of SCA:

$$\sigma^2_{si}=\frac{P-3}{P-1}y^2$$

RESULTS AND DISCUSSION

According to our data on plant productivity, the Bukhara-7 variety (46.2 g/plant) had the highest productivity in the group of studied fine-fiber cotton varieties. Sign of plant productivity was respectively 42.3 g/plant, 42.2 g/plant, 37.4 g/plant and 35.7 g/plant in Surkhan-9, Surkhan-10, Termiz-32 and Duru Gavhar varieties (Table 1).

According to the readings of the dominance coefficient (hp), out of 20 hybrid combinations of F_1, in 18 combinations the trait was inherited by the type of overdominance, in 17 combinations with positive, and one with negative heterosis.

A positive heterosis state observed in the reciprocal combinations of Surkhan-9 and Surkhan-10 varieties, which do not differ from each other. Thus, the plant productivity trait was inherited in a super dominant state with positive heterosis in F_1 combinations.

A high heterosis effect (from 117.8% to 157.2%) was found in the reciprocal hybrids obtained by crossing the Surkhan-9 variety with the Surkhan-10 and Termiz-32 varieties. These hybrid combinations can be used in heterosis selection.

Table 1.

Inheritance of a trait "plant productivity" of F_1 plant of fine-fiber cotton varieties

№	Varieties, hybrids of F_1	$\bar{x}$	hp	heterosis; %
1	Surkhan-9	42,3	-	-
2	Termez-32	37,4	-	-
3	Duru-Gavkhar	35,7	-	-
4	Bukhara-7	46,2	-	-
5	Surkhan-10	42,2	-	-
6	Surkhan-9 x Termez-32	66,5	10,9	157,2
7	Surkhan-9 x Duru-Gavkhar	44,6	1,7	-
8	Surkhan-9 x Bukhara-7	63,9	10,1	138,3
9	Surkhan-9 x Surkhan -10	52,8	211,0	124,8
10	Termez-32x Surkhan-9	53,7	5,7	127,0
11	Termez-32 x Duru-Gavkhar	50,9	16,9	136,1
12	Termez-32x Bukhara-7	47,4	1,3	-
13	Termez-32x Surkhan -10	62,9	9,6	149,1
14	Duru-Gavkhar x Surkhan-9	60,2	6,4	142,3
15	Duru-Gavkhar x Termez-32	56,8	23,8	151,9
16	Duru-Gavkhar x Bukhara-7	57,9	3,2	125,3
17	Duru-Gavkhar x Surkhan -10	52,7	4,2	124,9
18	Bukhara-7 x Surkhan-9	60,7	8,4	131,4
19	Bukhara-7 x Termez-32	54,4	2,9	117,8
20	Bukhara-7 x Duru-Gavkhar	46,0	1,0	-
21	Bukhara-7 x Surkhan -10	34,6	-4,8	82,0
22	Surkhan -10 x Surkhan-9	51,9	193,0	122,7
23	Surkhan -10 x Termez-32	66,1	11,0	156,6
24	Surkhan -10 x Duru-Gavkhar	62,8	7,3	148,8
25	Surkhan -10 x Bukhara-7	42,8	-0,7	-
	$LSD_{0,05}$	3,1		

The data we received confirmed the opinion of Avtonomov *et.al.* (2007) that the heredity of the general productivity sign has a super dominant character [29]. On the other hand, Kimsanboev (2011) came to the conclusion that in the F_1 hybrids of *G. barbadense* L., the general productivity trait is inherited in an intermediate state [30].

In our opinion, the reason for this is that the author chose geographically distant varieties and lines that are very different from each other as the starting source. Avtonomov *et.al.* (2007) stated that the positive heterosis for this character was 30-40% compared to the high index variety, depending on the hybrid combinations [29].

Variance analysis showed that there was a statistically significant difference between the variants of plant productivity ($F_f > F_{05}$). Reciprocal effects were detected in direct and reverse hybrids of varieties: Surkhan-9 with Termez-32, Duru-Gavkhar and Bukhara-7; Termez-32 with Duru-Gavkhar, Bukhara-7 and Surkhan-10; Duru-Gavkhar with Bukhara-7 and Surkhan-10; Bukhara-7 with Surkhan-10. Presence of reciprocal effects in advantageously most F_1 combinations points to the essential role of cytoplasmic genes in the regulation of this trait.

Obtained results on productivity of raw-cotton testify on selective value of the studied local fine-fiber cotton varieties at obtaining of intraspecific

heterozygous hybrids with a set of economically valuable traits for further refinement of them to the level of a more perfect variety than existing ones.

Analysis of GCA (general combining ability) effects showed that on "plant productivity" positive effects of GCA are Surkhan-9 and Termez-32 ($\hat{g}_i$ respectively, on 4,69).

Table 2

GCA effect ($\hat{g}_i$), SCA constant ($\hat{s}_{ij}$), GCA variance (σ^2_{gi}) and SCA variance (σ^2_{si}) according to plant productivity sign of varieties

♀ \ ♂	Surkhan-9	Termez-32	Duru-Gavkhar	Bukhara-7	Surkhan-10	$\Sigma\hat{s}_{ij}^2$	σ^2_{si}	σ^2_{gi}	$\hat{g}_i$
Surkhan-9		3,72	-11,05	9,09	-1,75	221,632	73,08	21,68	4,69
Termez-32			-4,65	-7,41	8,35	160,092	52,57	21,68	4,69
Duru-Gavkhar				10,32	5,39	279,280	92,30	6,19	-2,55
Bukhara-7					-11,98	387,559	128,39	10,44	-3,28
Surkhan-10						245,358	80,99	12,29	-3,55

This indicates to prospects of using varieties Surkhan-9 and Termez-32 as high-level donors yields at the selection of highly-productive cotton varieties. Other varieties, i.e., Duru-Gavkhar, Bukhara-7 and Surkhan-10, possessed negative effects of GCA ($\hat{g}_i$, respectively – 2,55, -3,28 and -3,55) with an average yield of 35,7 grams, 46,2 grams and 42,2 grams of raw cotton per bush. Inadequacy between the high values of $\bar{x}$ in last two varieties and their low values of GCA effects, in our opinion, was due to the different concentration of dominant and recessive genes in the genotype of these varieties (Table 2).

In all varieties the condition $\sigma^2_{si}>\sigma^2_{gi}$ is present, which indicates the high effect of non-additive genes on total yield.

High positive SCA constant in combinations of Duru Gavkhar x Bukhara-7 ($\hat{s}_{ij}$=10.32), Surkhan-9 x Bukhara-7 ($\hat{s}_{ij}$=9.09) and Termez-32 x Surkhan-10 ($\hat{s}_{ij}$=8.35), i.e. The sign is in the superdominant combinations with positive heterosis (hp 3.23, 10.08 and 90.63, respectively), and the high negative SCA constant in the Bukhara-7 x Surkhan-10 and Surkhan-9 x Duru Gavkhar combinations ($\hat{s}_{ij}$ respectively - 11.98 and -11.05) were recorded.

CONCLUSION

The presence of statistical differences in morpho-economic traits in some reciprocal combinations of the F_1 generation of fine fiber cotton varieties indicates that nuclear genes as well as cytoplasmic genes are involved in the genetic control of these traits.

Organized that F1 as such as Surkhan-9 x Termez-32, F1 Surkhan-9 x Surkhan-10, F1 Surkhan-10 x Termez-32 and F1 Surkhan-10 x Duru Gavkhar combinations showed a positive heterosis effect of 122.7-157.2% on plant productivity. These hybrid combinations can be used as a valuable resource for heterosis selection.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to the Institute of Genetics and Plants Experimental Biology, and to researchers in the Laboratory of Ecological Genetics and Plant Physiology, Academy of Sciences of Uzbekistan.

References:

1. Akter TA, Islam KM, Rasul AM., Kundu G, Khalequzzaman S, & Ahmed JU. Evaluation of genetic diversity in short duration cotton (Gossypium hirsutum L.). Journal Cotton Research. 2019; 2(1): https://doi.org/10.1186/s42397-018-0018-6.

2. Rehman A, Mustafa N, DU X, and Azhar MT. Heritability and correlation analysis of morphological and yield traits in genetically modified cotton. *Journal Cotton Research*. 2020; 3(23): 1-9. https://doi.org/10.1186/s42397-020-00067-z

3. Worldbank.org. Policy dialogue on agriculture modernization in Uzbekistan. Cotton-Textile Clusters in Uzbekistan: *Status and Outlook.* 2020; 4.

4. http://tadbirkor-fermer.uz/ingichka-tolali-uza-ustirish

5. Avliyakulov MA and Durdiev N.H. Agrotechnics of fine fiber cotton varieties. *Journal of Cotton breeding and grain breeding scientific and popular.* Tashkent. 2021; 77-78.

6. Iksanov M.I. Potential of the Republic of Uzbekistan in the production of fine-fiber cotton. In the collection "Selection and seed-growing of cotton and alfalfa". Tashkent. 2009; 255-260.

7. Khudarganov KO,. Usmanov SA. Variability of morphobiological and valuable economic signs in F_1-F_2 plants of cotton *G.barbadense* L. The current situation and development prospects of the aspects of selection and breeding of agricultural crops. Scientific materials of the republican scientific-practical conference. Tashkent. 2015; 84-87.

8. Axmedov DjD, Avtonomov VA, Kimsanbayev OX, Amanturdiyev Sh, Qurbonov A. "Variability, inheritance and heritability of the trait "number of bolls per plant, on 15.09" in linearly-ecologically distant varietal hybrids F1-F2 of cotton G. barbadense L. Against an artificially infected background of xanthomonas malvacearum smith". Collection of materials of the Republican scientific-practical conference on "The current situation and development prospects of the field of selection and breeding of agricultural crops". Tashkent. 2015; 1: 79-83.

9. Avtonomov VA, Kimsanbaev OX, Namazov SE, Qurbonov AY, Urmanov SX, Mullaxunov B. Problems and ways of the recovery of cultivation of fine-fiber cotton varieties in the republic of Uzbekistan. Digest of scientific and technical achievements in the realm of cotton industry of the republic of Uzbekistan. Tashkent. 2017; 31-34.

10. Nabiev SM, Chorshanbiev NE, Amanov BK., Rizaeva SM, Boykhurozov Z. Valuable and economic signs of foreign samples and lines. Proceedings of the international scientific conference on "Study, development, conservation and prospects of effective use of cotton and other crops biodiversity". Tashkent. 2020; 285-287.

11. Amanov B, Abdiev F, Shavkiev J, Mamedova F, Muminov K. Valuable economic indicators among hybrids of Peruvian cotton genotypes. *Plant Cell Biotechnol. Mol. Biol.* 2020; 21(67-68): 35-46.

12. Shavkiev J, Azimov A, Nabiev S, Khamdullaev S, Amanov B, Kholikova M, Matniyazova H, Yuldashov U. Comparative performance and genetic attributes of upland cotton genotypes for yield-related traits under optimal and deficit irrigation conditions. *SABRAO J. Breed. Genet.* 2021; 53(2): 157-171.

13. Amanov BH and Abdiev FR. Creation of genetically enriched lines based on intraspecific and interspecific hybridization of Peru cotton species. Monograph. Tashkent, 2021; 218.

14. Chorshanbiev NE, Burieva SZ, Khazratkulov ES. Analysis of an experiment carried out on the lines and varieties of fine fiber cotton. *Universal journal of Agricultural research.* 2021; 9 (1): 6-12

15. Yehia WM and El-Hashash EF. Combining ability effects and heterosis estimates through line x tester analysis for yield, yield components and fiber traits in Egyptian cotton. *Elixir Agriculture.* 2019; 131: 53238-53246.

16. Abdel-Monaem MA, Abido WA. Hadhzy AE, Ghoneima MH, EL-Mansy YM. and EL-Shazly MW. Genetic divergence among Egyptian cotton genotypes under

water deficit conditions. *Acta Ecologica. Sinica.* 2020. https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2020.11.007

17. Nabiev SM, Chorshanbiev NE., Amanov BK, Khamdullaev SA, Shavqiev JSh and Matniyazova HK. Advantages of growing cotton varieties of *G. barbadense* L. Integration of fundamental science and practice: challenges and prospects. *Materials of the republic scientific-practical conference*. Tashkent. 2018; 235-237.

18. Avliyokulov NE and Avliyokulov T.N. Valuable economic traits and productivity of new cotton varieties to belonging to the species G.barbadense L. Collection of materials of the Republican scientific-practical conference on "Current problems and prospects of development of agro-technologies of agricultural crops, selection, seed production and cultivation". Tashkent. 2018; 169-171.

19. Gamal IA, Mohamed SH, Abd-El-Halen ME, Ibrahim MA. A genetic analysis of yield and its components of Egyptian cotton (*G. barbadense* L.) under divergent environments. American-Eurasian *J.Agric.&Environ.Sci.* 2009; 5(1): 5-13.

20. Pal AK and Prodhan HS. Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian J Genet.* 1994; 54: 376-380.

21. Ali Q, Ali A, Awan M.F, Tariq M, Ali S. Combining ability analysis for various physiological, grain yield and quality traits of *Zea mays* L. *Life Sci J.* 2014; 11: 540-551.

22. Abro S, Kandhro MM, Laghari S, Arain MA and Deho ZA. Combining Ability and Heterosis for Yield Contributing Traits in Upland Cotton (*G. hirsutum* L.). *Pak.J.Bot.* 2019; 41(4):1769-1774.

23. Karademir C, Karademir E, Ekinci R and Gencer O. Combining Ability Estimates and Heterosis for Yield and Fiber Quality of Cotton in LinexTester Design. *Not.Bot.Horti Agrobo.*Cluj-Napoca. 2009; 37(2): 228-233.

24. Singh S. Singh VV and Choudhary AD. Combining Ability Estimates for Oil Content, Yield Components and Fibre Quality Traits in Cotton (G.hirsutum L.) Using an 8x8 Diallel Mating Design. *Tropical Subtropical Agroecosystems*. 2010; 12: 161-166.

25. Beil GE and Atkins R.. Inheritance of quantitative characters sorgum. *Jow State Journal of Science.* 1965; 39(3): 35-37.

26. Dospexov BA. Field experiment methodology. *Agropromizdat.* Moskva. 1985; 351.

27. Litun PP and Proskurin NV. Genetics of quantitative traits. Genetic crosses and analysis. *Textbook.* Kiev. 1992; 96.

28. Griffing BI. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Austr. Journ. Biol Sci.* 1956; 9: 463-493.

29. Avtonomov Vik.A. Intraspecies hybridization in the creation of new varieties of cotton species *G.hirsutum* L. Mehridaryo. Tashkent. 2007; 20.

30. Kimsanboev OK. Theoretical background in breeding for early maturity, fiber out and quality of cultivated cotton species. Tashkent. 2011; 208.

International scientific journal "Modern biology and Genetics" 2022 №1-2 ISSN: 2181-3396

НАСЛЕДОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЕЛКОВ ГЛИАДИНА У ГИБРИДОВ F_1-F_2 СТАРОДАВНИХ МЕСТНЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В УЗБЕКИСТАНЕ

А.К.Буронов., Р.Ж.Хамроев
Чирчикский Государственный Педагогический Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ.
*Соответствующий автор email: a.boronov@cspi.uz

Аннотация. В данной статье проанализирована наследственность и изменчивость электрофоретического содержания белков глиадина у родительских форм и их F_1-F_2 гибридов стародавних местных сортов пшеницы Узбекистана. Установлено, что у гибридов F_1 белковые компоненты глиадина наследуются в гетерозиготном состоянии, тогда как у гибридов F_2 наследование и варьирование белков глиадина составляло 1:2:1 в электрофоретическом составе родительских растений у гибридов Кызыл бугдай - Пашмак, Туятиш-Хивит и Ак бошак -Муслимка, Сурхак- Кызыл Шарк наблюдали разделение растений электрофоретическим составом.

Ключевые слова: Стародавние сорта пшеницы, электрофоретический анализ, глиадины, , полиморфизм, гомогенность, гетерогенность.

INHERITANCE AND VARIABILITY OF GLIADIN PROTEINS IN F_1-F_2 HYBRIDS OF LANDRACE WHEAT VARIETIES IN UZBEKISTAN

A.K.Buronov., R.J.Xamroev
Chirchik State Pedagogical University, Uzbekistan, Tashkent region, 100074, Universitetskaya st. 4, ChSPU.
*Corresponding author email: a.boronov@cspi.uz

Annotation. *This article analyzes the heritability and variability of electrophoretic content of gliadin proteins in parental forms and their F^1-F^2 hybrids of landrace wheat varieties of Uzbekistan. It was found that in F^1 hybrids gliadin protein components are inherited in heterozygous state, while in F^2 hybrids inheritance and variability of gliadin proteins was 1:2:1 in electrophoretic composition of parental plants in hybrids Kizil Bugday-Pashmak, Tuyatish-Hivit and Ok Boshoq-Muslimka, Surkhak-Kizil Shark observed separation of plants by electrophoretic composition.*

Keywords: Landrace wheat, electrophoretic analysis, gliadins, polymorphism, homogeneity, heterogeneity.

ВВЕДЕНИЕ

Мягкая пшеница является одним из наиболее широко выращиваемых злаков, занимает самую большую площадь среди сельскохозяйственных культур в мире и является одним из основных продуктов питания, потребляемых человечеством. Более половины народов мира употребляют в пищу пшеничный хлеб. В целях обеспечения продовольственной безопасности населения важно проводить селекционные исследования для повышения урожайности и качества зерновых, в том числе мягкой пшеницы, а также для улучшения качества хлеба.

В мире широко проводятся научные исследование по проблемам сохранения и рационального использования генетических ресурсов растений, служащих основой для развития селекции, устойчивого ведения сельского хозяйства и обеспечения продовольственной безопасности. У местных сортов, которые возникли на основе

сочетания естественного отбора и селекции на продуктивность, характеризуются толерантностью к местным стресс-факторам, стабильной урожайностью и некоторым другим качествам зерна по сравнению с существующими коммерческими сортами, поэтому представляют собой ценную часть генофонда и должны вовлекаться в селекцию при выведении новых коммерческих сортов.

Десятки тысяч местных сортов сохраняются в семенных банках и на полях фермеров, но большинство из них неадекватно описаны и изучены для эффективного использования в селекции. В их число входит и коллекция пшеницы НИИ растениеводства Узбекистана. Она содержит более 9 тыс. образцов, из них около 400 образцов имеющих статус стародавних местных и полученных из них отбором старых селекционных сортов [1].

Изучение генетических закономерностей процесса накопления белков в зернах различных сортов пшеницы и исследование роли белка глиадина в его использовании в качестве маркера для идентификации генотипа пшеницы являются одними из актуальных вопросов генетики и селекции [4-5].

Современная селекция основана на маркерной ассоциированной селекции. Оценка селекционного материала на основе белковых маркеров дает возможность достаточно быстро и качественно проводить отбор и контролировать передачу желаемых признаков от родительских форм в гибридные популяции. Наиболее широко изучаемыми белками пшеницы являются запасные белки глиадины и глютенины. Полная характеристика отдельных фракций и компонентов белков отражается во многих научных исследованиях. Поэтому изучение генетических закономерностей накопления белков в зерне различных сортов пшеницы и использование при идентификации генотипов пшеницы в роли маркерные компонентов глиадиновых белков является наиболее актуальной проблемой современности [9,10].

И.Дж. Курбанбаев [7] в своей научной работе изучал полиморфизм белков глиадина в образцах нескольких сортов мягкой пшеницы, районированных в нашей республике, собранных из разных регионов. В своих экспериментах сорта “Юна” и “Скифянка” использовали пять различных электрофоретических методов, а сорт “интенсивный” - три.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве материала для исследования были взяты стародавние местные сорта мягкой пшеницы, собранные из отдаленных регионов Узбекистана.

Для исследования запасных белков эндосперма зерновок (глиадинов) использовался метод одномерного электрофореза в полиакриламидном геле в кислом алюминий-лактатном буфере, pH 3,1, [2]. Глиадин экстрагировали 70% этанолом из муки отдельных зерновок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении регулярных экспедиций к горным и предгорным регионам Узбекистана былы собраны многочисленные образцы местных стародавних сортов пшеницы и с помощью прибора JPS-навигации, определены основные места возделывания, площадь посева и распространенность данного стародавнего сорта среди местного населения. В результате этих исследований и многочисленных опросов местного населения был составлен каталог и карта распространения стародавних сортов в Узбекистане [1].

Известно, что электрофоретические спектры 70% растворимых в этаноле глиадиновых белков в зернах пшеницы в 3,5% геле PAAG генетически детерминированы, эти спектры специфичны для каждого сорта и не меняются независимо от того, в каких условиях выращиваются сорта пшеницы. Существует информация, что некоторые разновидности в следующих нескольких электрофоретических анализах специфичны для электрофикозных спектра.

У полиплоидных видов злаков было обнаружено, что проламины контролируются с помощью кластера генов в нескольких взаимно независимых друг от друга состояниях (несвязанных), поэтому анализ не столь большого количества (около 100 зерен) злаков, принадлежащих к популяции одного сорта, позволяет с уверенностью судить об уровне генетической гомогенности в популяции этого сорта. Тем не менее, в селекционных исследованиях белков проламина сортов пшеницы и овса было отмечено, что генетическая гетерогенность по локусам гена проламина может составлять до 17%.

Как известно, электрофоретический спектр запасных белков зерна глиадинов и глютенинов генетически детерминирован и не зависит от условий выращивания. Глиадины, будучи в форме мономерной цепи, составляют 50% белков зерна и по электрофоретической подвижности и состоят из 4 различных форм (α-глиадин, β-глиадин, γ-глиадин, ω-глиадин) [8].

Проведен анализ наследования и изменчивости электрофоретического состава белков глиадина родительских форм стародавних местных образцов мягкой пшеницы Узбекистана и их гибридных поколениях F_1-F_2.

Сорта, выбранные в качестве родительских форм, сначала были отделены и гибридизовались с сортами, которые различаются по электрофоретическому составу белков глиадина как минимум по 2-м зонам. Согласно электрофоретической спектральной формуле белков глиадина родительских форм наибольшее количество компонентов было у сортов Хивит (16) и Кызыл шарк (16), а наименьшее число компонентов - у сорта Сурхак (14). Установлено, что компоненты белков глиадина у растений F_1 всех исследованных гибридных комбинаций наследуются в гетерозиготном состоянии

.таблица 1

Формула электрофоретического спектра для определения наследственности белков глиадина у гибридов F_1

Первичные источники и гибриды F_1	Компоненты глиадина				Количество компонентов
	А	β	γ	ω	
Сурхак	4567	2345	34	2678	14
F-1(Сурхак- Кызыл Шарк)	**4567**	**2345**	**234**	**25678**	**16**
Кызыл Шарк	4567	2345	234	25678	16
Туятиш	4567	2345	45	1678	14
F-1(Туятиш-Хивит)	**4567**	**2345**	**245**	**14678**	**17**
Хивит	4567	2345	245	14678	16
Ак бошак	4567	2345	345	278	14
F-1(Ак бошак -Муслимка)	**4567**	**2345**	**345**	**2578**	**15**
Муслимка	4567	2345	45	2578	14
Кызыл бугдай	4567	2345	1245	2678	16
F-1(Кызыл бугдай **-Пашмак)**	**4567**	**2345**	**1245**	**24678**	**17**
Пашмак	4567	2345	145	24678	16

Установлено, что компоненты глиадиновых белков наследуются гетерозиготно у растений F^1 всех исследованных гибридных комбинаций(таблица 1).

При анализе электрофоретической формулы наследственности и изменчивости белков глиадина гибридов F_2, полученных из стародавних местных сортов пшеницы Узбекистана, наблюдали разделение гибридов Кызыл бугдай х Пашмак, Туятиш х Хивит и Ак бошак х Муслимка, Сурхак х Кызыл шарк в соотношении 1:2:1по отношению электрофоретическому составу родительских растений (таблица 2).

По формуле электрофоретического спектра Сорт Сурхак состоит из 14 компонентов и он отличается от сорта Кызыл Шарк по отсутствию компонентов γ2 и ω5 в зонах γ и ω (таблица 1).

При изучении 108 растений гибридов Сурхак-Кызыл Шарк F^2 по электрофоретическому составу белков глиадина установлено, что 28 зерен растений были сходны с сортом Сурхак, 57 растений имели гетерозиготный электрофоретический состав, а 23 растения были сходны. к сорту Кызыл Шарк (таблица 1).

Было замечено, что насыщенный сорт отличается по компонентам белками глиадина от сорта Хивит в зонах α, γ, ω и составил 16 компонентов по спектральной формуле. В разновидности Хивит наблюдалось отсутствие компонентов α4, а также отсутствие компонентов γ2 и ω4.

таблица 2

Формула электрофоретического спектра для определения наследственности изменчивости белков глиадина у гибридов F_2

Гибриды F^2	Компоненты глиадина				Количество компонентов
	α	β	γ	ω	
Сурхак х Кызыл Шарк (28:57:23 1:2:1)					
Сурхак	4,5,6,7	2,3,4,5	3,4	2,6,7,8	14
Кызыл Шарк	4,5,6,7	2,3,4,5	2,3,4	2,5,6,7,8	16
Гибрид	4,5,6,7	2,3,4,5	2,3,4	2,5,6,7,8	16
Туятиш х Хивит (35:50:23 1:2:1)					
Туятиш	4,5,6,7	2,3,4,5	4,5	1,6,7,8	14
Хивит	4,5,6,7	2,3,4,5	2,4,5	1,4,6,7,8	16
Гибрид	4,5,6,7	2,3,4,5	2,4,5	1,4,6,7,8	16
Ак бошак х Муслимка (32:55:21 1:2:1)					
Ак бошак	4,5,6,7	2,3,4,5	3,4,5	2,7,8	14
Муслимка	4,5,6,7	2,3,4,5	4,5	2,5,7,8	14
Гибрид	4,5,6,7	2,3,4,5	3,4,5	2,5,7,8	15
Кызыл бугдай х Пашмак (36:48:24 1:2:1)					
Кызыл бугдай	4,5,6,7	2,3,4,5	1,2.4,5	2,6,7,8	16
Пашмак	4,5,6,7	2,3,4,5	1,4,5	2,4,6,7,8	16
Гибрид	4,5,6,7	2,3,4,5	1,2,4,5	2,4,6,7,8	17

В растениях F^1 электрофоречная формула глиадиновых белков составила 16 компонентов по формуле электрофоретического спектра α 4567, β 2345, γ 245, ω 14678.

F_2 гибриды Туятиш-Хивит также показали наследование белков глиадина в соотношении 1:2:1, при этом 34 зерна растений имели электрофоретический состав материнского сорта Туятиш, а зерно 51 растения принадлежали гетерозиготному электрофоретическому составу и 23 зерна растений сходен с отцовским родительским сортом Хивит (Рисунок-2).

Было замечено, что белки глиадина сорта Ок бошок отличаются от сорта Муслимка в зонах γ, ω, образуя 14 компонентов по спектральной формуле, в то время как сорт Ок бошок содержит компоненты γ3.

В растениях F_1 электрофоретический спектр составлял 15 компонентов по формуле. Электрофоретическая формула белков глиадина имела вид α4567, β2345, γ345, ω2578.

F_2 гибриды Ок бошок - Муслимка также показали наследование белков глиадина в соотношении 1:2:1, при этом 32 зерна растений имели электрофоретический состав материнского сорта Ок бошок, а зерно 55 растения принадлежали гетерозиготному электрофоретическому составу и 31 зерна растений сходен с отцовским родительским сортом Муслимка (Рисунок-3).

Отмечено, что сорт Кызыл бугдай отличается от сорта Пашмак по белковым компонентам глиадина в 2-х (γ, ω) зонах.

По формуле спектра сорт Кызыл бугдай имеет 16 компонентов, а сорт Пашмак – 16 компонентов. В то время как у сорта Пашмак компоненты ω4 не были обнаружены, он отличался наличием компонента γ4. В растениях F^1 электрофоретическая формула глиадиновых белков, образующих 17 компонентов по формуле электрофоретического спектра, имела следующий вид: α4567, β2345, γ1245, ω13568.

F_2 гибриды Кызыл бугдай - Пашмак также показали наследование белков глиадина в соотношении 1:2:1, при этом 52 зерна растений имели электрофоретический состав материнского сорта Кызыл бугдай, а зерно 48 растения принадлежали гетерозиготному электрофоретическому составу и 24 зерна растений сходен с отцовским родительским сортом Пашмак(Рисунок-4).

ВЫВОДЫ

Выявлено наследование компонентов глиадиновых белков в кодоминантном состоянии на растениях F_1 всех изученных комбинаций

В растениях F_2 наблюдалось расщепление глиадиновых белков в соотношении 1:2:1 в кодоминантном монодидурагайском состоянии

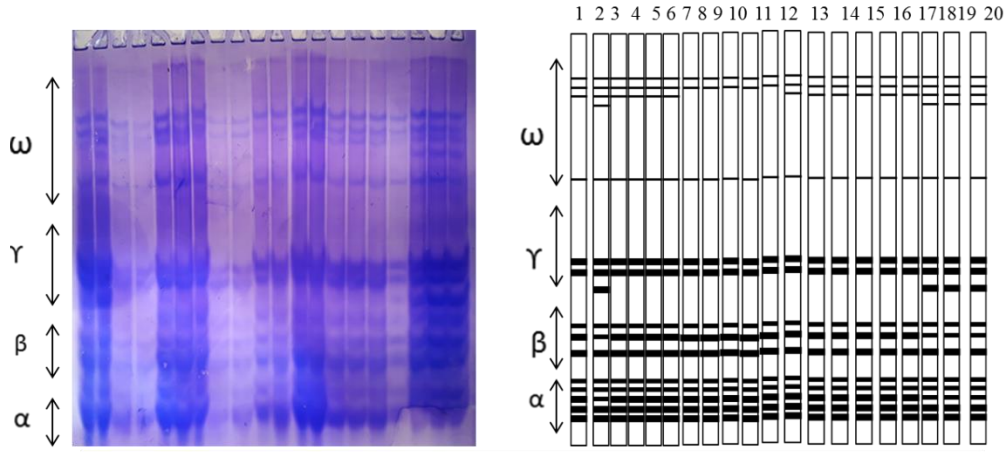


Рисунок 1. Электрофреграммы глиадина у родительских форм Сурхак (1) и Кызыл шарк (2), и гибридов F_2.

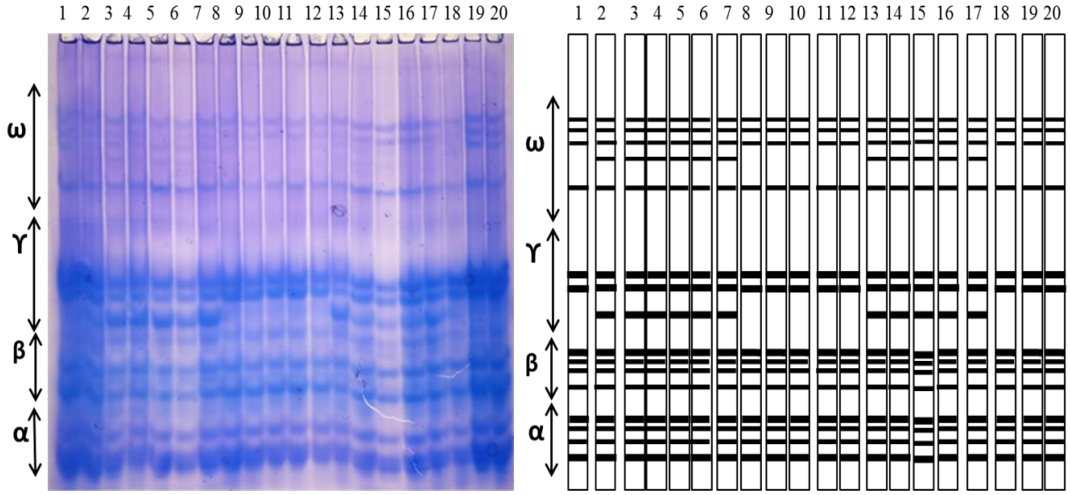


Рисунок -2. Электрофреграммы глиадина у родительских форм Туятиш (1) и Хивит (2), и гибридов F_2.

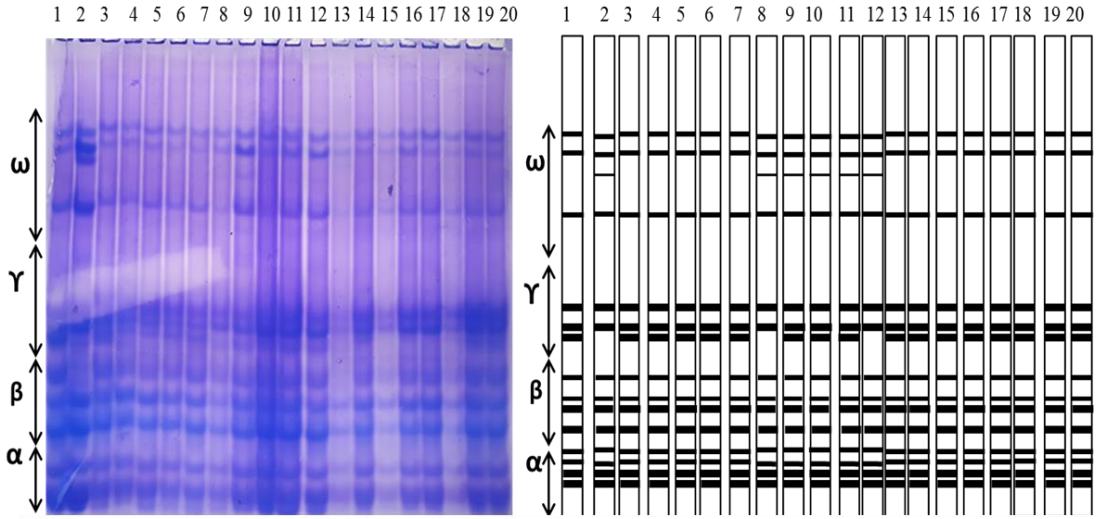


Рисунок -3. Электрофреграммы глиадина у родительских форм Ак бошак (1) и Муслимка (2), и гибридов F_2.

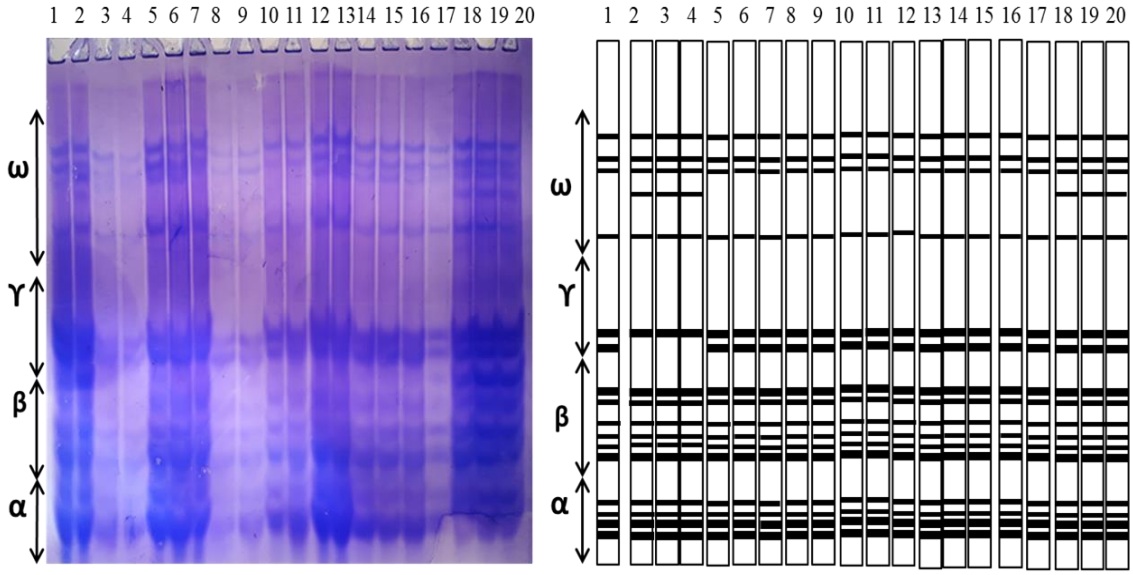


Рисунок -4. Электрофреграммы глиадина у родительских форм Кызыл бугдай (1) и Пашмак (2), и гибридов F_2.

Список литературы:

1. Бабоев С.К., Усманов Р.М., Буранов А., Моргунов А.И. Изучение стародавных местных сортов пшеницы Узбекистана. Докл.АНРУз. 2013; 1: 82-83.
2. Bushuk W. and Zillman R.R. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. I. Apparatus, method and nomenclature. Cand. J. Plant Sci., 1978; 58: 505-515.
3. Mahmudov R.U. Buğda dəninin qliadin zülalları və seleksiyada ondan istifadə imkanları. Az.Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərləri məcmuəsi XXI cild. Bakı-2005; 191-196.
4. Raza A., Imtiaz M., Mohammad W. Wheat root selections for sustainable production. Sustainable Agriculture Reviews. 2015. 18. 295-315
5. Рибалка, О. І. Якість пшениці та її поліпшення; НАН України, Ін-т фізіології рослин і генетики, НААН України, Селекц.-генет. ін-т, Нац. центр насіннєзнавства та сортовивч. - Киїев : Логос, 2011. 495.
6. Курбанбаев И.Д., Режапова М.М. Изучение биохимических маркеров в местных сортах мягкой пшеницы совместно с некоторыми ценными хозяйственными знаками. Уведомление по аграрным наукам. 2012; 1-2. 45-48
7. Конарев В.Г. Белки растений как генетические маркеры. М.: Колос, 1983; 7:194-195.
8. Созинов А.А. Полиморфизм белков и его значение в генетике и селекции. М.: Наука. 1985.
9. Johansson. E., Prieto-Linde. M.L. and Jцnsson. J.Ц. Effects of wheat cultivar and nitrogen application on storage protein composition and bread making quality. Cereal Chemistry 2001; 78: 19-25.
10. Shewry P.R., Napier J.A., Tatham A.S. Seed storage proteins: structures and biosynthesis. The Plant Cell. 1995; 7: 945-956.

INHERITANCE OF CERTAIN ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN INTRASPECIFIC VARIETIES OF COTTON AND F_1-PLANTS OBTAINED ON THEIR BASIS

Kh.A.Muminov

Chirchik State Pedagogical Universite, Uzbekistan, Tashkent region, 100074 str. Universite 4, CHSPU

*Corresponding author email: x.mominov@cspi.uz

Annotation. *This article provides the data on the inheritance of some economically valuable traits of intraspecific varieties of cotton and F_1-plants obtained on their basis.*

With the participation in combinations of the tropical subspecies (subsp. frutescens) as the paternal form, most F_1-plants showed the dominance in terms of the «boll weight» and «weight of 1000 seeds» (subsp. africanum x subsp. frutescens hp=2.02-2.11; subsp. pseudoarboreum f. harga x subsp. frutescens hp=1.00-9.00; subsp. euherbaceum («A-338») x subsp. frutescens hp=-0.71-1.15), where revealed a positive heterosis.

The use of hybrid forms embodying biologically valuable traits of wild, ruderal, tropical and cultivated forms (drought-resistant, short-term cold-resistant form - subsp. africanum, form with high fiber quality - subsp. pseudoarboreum f. harga) in genetic selection studies using experimental polyploidy is great importance practically.

Key words: species, intraspecific, variety, form, wild, ruderal, tropical, cultural, boll weight, weight of 1000 seeds.

НАСЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ВНУТРИВИДОВЫХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ХЛОПЧАТНИКА И ПОЛУЧЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ F_1-РАСТЕНИЙ

Х.А.Муминов

Чирчикского Государственного Педагогического Университет, Узбекистан, Ташкент обл, 100074, ул.Университетская 4, ЧГПУ

*Соответствующий автор email: x.mominov@cspi.uz

Аннотация. *В данной статье приведены данные о наследовании некоторых хозяйственно-ценных признаков внутривидовых разновидностей хлопчатника и полученных на их основе F_1-растений.*

При участии в комбинациях тропического подвида (subsp. frutescens) в качестве отцовской формы у большинства F_1 – растений наблюдалась доминирование по признакам масса хлопка-сырца одной коробочки и масса 1000 штук семян (subsp. africanum x subsp. frutescens hp=2.02-2.11; subsp. pseudoarboreum f. harga x subsp. frutescens hp=1.00-9.00; subsp. euherbaceum («A-338») x subsp. frutescens hp=-0.71-1.15). где выявлено положительный гетерозис.

Использование гибридных форм воплощяющих с себе биологически ценных признаков диких. рудеральных. тропических и культурных форм (засухоустойчивый. устойчивый к кратковременному холоду форма - subsp. africanum. форма с высоким качеством волокна - subsp. pseudoarboreum f. harga) в генетико-селекционных исследованиях с применением экспериментальной полиплоидии имеет большое значение с практической точки зрения.

Ключевые слова: *вид, внутривидовой, сорт, форма, дикий, рудеральный, тропический, культурный, масса коробочки, масса 1000 семян.*

INTRODUCTION

At present, with the use of new technologies and the development of genetic engineering, as well as biotechnology in world cotton growing, the importance and role of plant germplasm for the creation of breeding materials for conducting various studies of biological management has sharply increased. In turn, for this, special attention is paid to the creation of varieties with high fiber quality, resistant to various extreme conditions, diseases and pests.

The role of selection materials in the creation of early ripening high-yielding varieties of cotton that are resistant to various extreme conditions with high fiber quality is inconceivable. At the same time, the expedient use of the existing cotton gene pool for the search for valuable and unique forms, and on the basis of their involvement in the creation of breeding materials and donors with economically valuable traits and properties, remains an urgent issue of our time.

One of the important economically valuable traits of cotton is the boll weight and weight of 1000 seeds. A number of scientists have conducted scientific research [1, 1, 13, 6, 7, 3, 8, 4, 12, 14, 15] in this area. Studies of these scientists have shown that a large boll weight and a weight of 1000 seeds are inherited in a full dominant state.

D.K. Ernazarova [13] obtained useful donors embodying economically valuable traits by hybridizing wild, ruderal (semi-wild) subspecies subsp. *punctatum* var. *hopi*. subsp. *mexicanum* var. *nervosum* (Jucatan), subsp. *paniculatum* and subsp. *mexicanum*, var. *microcarpum palmerii* of varieties of the tetraploid cotton species *G.hirsutum* L. with cultivated cotton species.

F.U. Rafieva [14] conducted research on obtaining new unique recombinant forms of cotton with economically valuable traits for practical breeding based on hybridization of intraspecific varieties of species *G.hirsutum* L. *G.barbadense* L. *G.darwinii* Watt. with a tetraploid cotton species *G.mustelinum* Miers ex Watt. belonging to the genus *Gossypium* L.

In the studies of A. Siddikov [15] negative intermediate and dominant inheritance was observed in simple hybrids during the growing season of plants, as well as positive dominant and intermediate inheritance of the traits of the boll weight and weight of 1000 seeds.

In addition. among the studied F_2 plants hybrids with a large box on the third line were examined, or vice versa small box hybrids of the second generation appeared on F_3 hybrids, where a low inheritance rate was observed. It was noted that in local varieties, the participation of recessive traits is greater and the resulting hybrids as a result of crossing them should be selected from at least the F_3-F_4 generations.

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

Wild - subsp. *africanum* (Watt) Mauer, ruderal - subsp. *pseudoarboreum* Mauer, subsp. *pseudoarboreum* f. *harga*, early maturing tropical - subsp. *frutescens* (Delile) Mauer, cultivated - subsp. *euherbaceum* Mauer («A-338») forms of the species *G.herbaceum* L. presented in the monograph by F.M. Mauer [11] and now stored in the cotton gene pool of the laboratory «Experimental polyploidy and phylogeny of cotton» of the Institute of Genetics and Experimental Biology of Plants of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

In the studies were used the methods of comparative morphology, intraspecific hybridization and methods of genetic and statistical analysis.

During the growing phenological observations and during the growing and development of the plant the field

measurements and agrotechnical measures were carried out on the basis of the accepted methods and recommendations.

Taking into account the insignificant requirements of wild, ruderal, tropical forms to short daylight hours, the plants were grown in special Wagner vessels under specialized photoperiodic houses.

Hybridization was carried out according to the generally accepted technique, an intraspecific crossing of the species *G.herbaceum* L.

Cotton boll, indicators of F_0 hybrid combinations were taken obtained as a result of simple intraspecific crossing of wild, ruderal, tropical, cultural-subtropical forms of diploid species. Due to the small seed of the cotton seeds of intraspecific hybrids and their parental forms and the incisions were as well as the "stony" hard peel grown in Petri dish at a thermostat temperature of 30-32^{0}C.

The germinated seedlings were placed in paper pots, where a mixture of manure, soil and sand in a ratio of 1:1:1. After the formation of 2-3 true leaves, the F_1 hybrids were placed in Wagner vessels. The assessment of the main economically valuable traits of intraspecific hybrids and their parental forms, such as: boll weight, weight of 1000 seeds according to the morphobiological point of view [2, 9, 10].

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Our research has identified the average values of the trait «boll weight» of intraspecific varieties of the species *G.herbaceum* L. used as a starting material varied from 0.9 to 1.8 g. on average.

Among the parental forms, a high rate was observed in the tropical subspecies subsp. *frutescens*, where it averaged 1.8 g (Table 1. Figure 1).

Table 1.

Inheritance of the trait «boll weight» in parental forms and in their F_1

Boll weight. g				
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	***limit***	***S***	***V %***	***hp***
Parent forms				
G.herbaceum* subsp. *africanum				
0.9 ± 0.03	0.9 - 1.1	0.09	8.8	
G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum				
1.7 ± 0.04	1.5 - 1.9	0.14	8.0	
G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* f. *harga				
1.2 ± 0.02	1.1 - 1.3	0.08	6.4	
G.herbaceum* subsp. *frutescens				
1.8 ± 0.10	1.5 - 2.0	0.21	11.7	
***G.herbaceum* subsp. *euherbaceum* («A-338»)**				
1.1 ± 0.02	0.9 - 1.1	0.07	6.3	
Intraspecific plants F_1				
wild x tropical				
subsp. *africanum* x subsp. *frutescens*				
2.3 ± 0.06	2.0 - 2.5	0.19	8.33	2.11
ruderal x tropical				
subsp. *pseudoarboreum* x subsp. *frutescens*				
1.7 ± 0.03	1.6 - 1.8	0.10	5.8	-1.00
subsp. *pseudoarboreum* f. *harga* x subsp. *frutescens*				
1.8 ± 0.03	1.7 - 1.8	0.09	5.5	1.00
cultural x tropical				
subsp. *euherbaceum* («A-338») x subsp. *frutescens*				
1.2 ± 0.03	1.1 - 1.3	0.08	6.8	-0.71

And less high rates were observed in the evolutionary wild subspecies subsp. *africanum*. where the average «boll weight» was -0.9 g.

Among the intraspecific hybrids F_1. the average value of the trait «boll weight» averaged 1.2-2.3 g. on average.

The highest rates for this trait were observed for the combination of subsp. *africanum* x subsp. *frutescens* obtained from the interbreeding of wild and tropical subspecies.

It was determined that the trait «boll weight» of these plants was on average -2.3 g. and the dominance coefficient was *hp*=2.11 with the manifestation of overdominance and heritability of positive heterosis (Table 1; Figure 2).

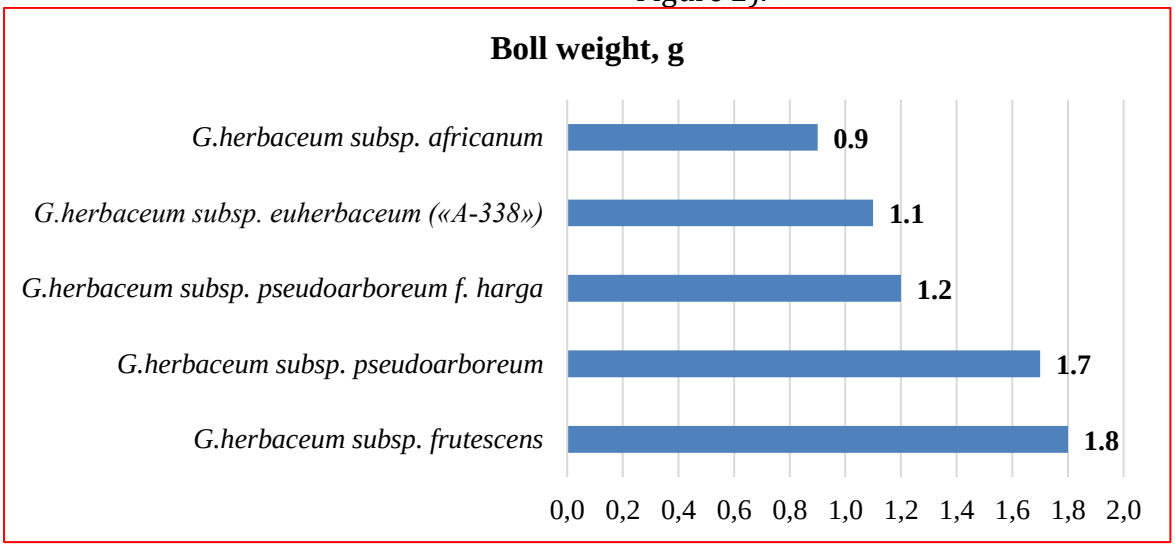


Figure 1. «Boll weight» in intraspecific subspecies *G.herbaceum* L.

The subspecies (subsp. frutescens) attracted as a paternal form dominated on this trait.

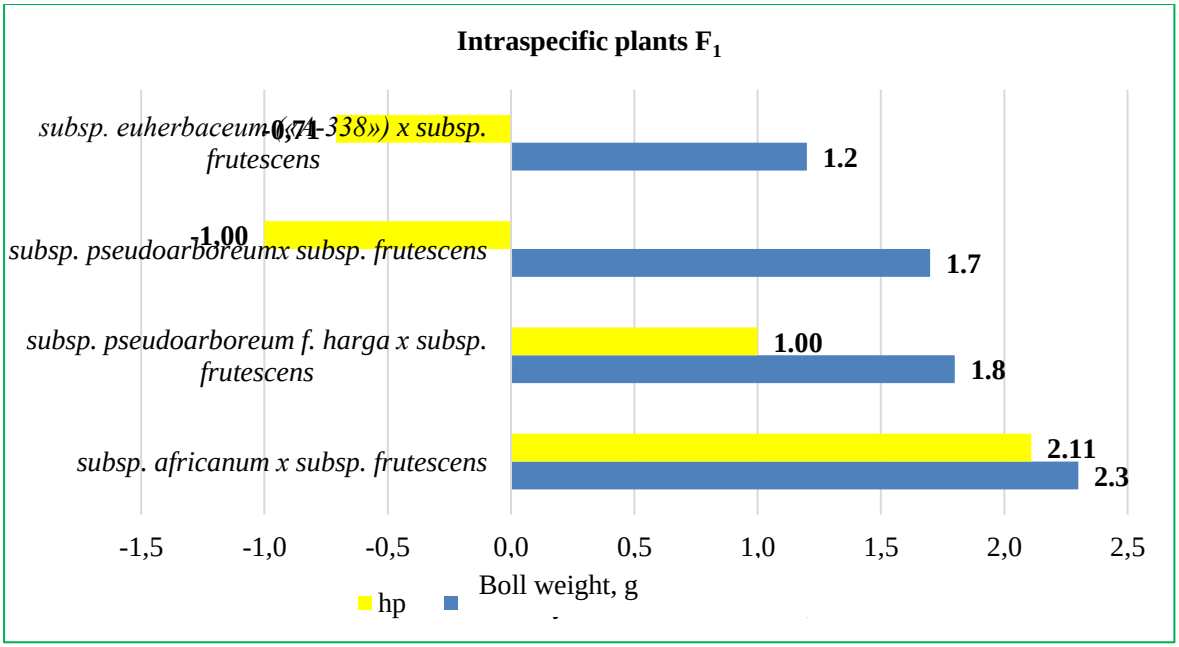


Figure 2. «Boll weight» of parental forms and their intraspecific F_1 hybrids.

Low values with an average value of -1.2 g «boll weight» were observed for the combination of subsp. *euherbaceum* («A-338») x subsp. *frutescens*, obtained by crossing cultivated and tropical

subspecies of cotton. The indicator of the coefficient of dominance of hybrid combinations was *hp*=2.11, which revealed the nature of overdominance and inheritance of positive heterosis.

The data obtained on the trait «boll weight» showed the superiority of the subspecies (subsp. *frutescens*), which participates as the paternal form. When analyzing the trait «weight of 1000 seeds» of the parental forms involved in the research, it was revealed that the intraspecific varieties of *G.herbaceum* L. have 42.0-63.4 g. of the «weight of 1000 seeds».

The highest value was found in the tropical species (subsp. *frutescens*) where the «weight of 1000 seeds» averaged 63.4 ± 0.9 g.

Table 2.

Inheritance of the trait «weight of 1000 seeds» of parental forms both in parental forms and in F_1-plants of intraspecific hybrids

Weight of 1000 seeds, g				
$\bar{x} \pm S\bar{x}$	***limit***	***S***	***V %***	***hp***
Parent forms				
G.herbaceum* subsp. *africanum				
52.6 ± 0.3	51.0 - 54.0	1.17	2.2	
G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum				
50.5 ± 0.4	48.0 - 52.0	1.35	2.6	
G.herbaceum* subsp. *pseudoarboreum* f. *harga				
61.0 ± 0.3	59.0 - 62.0	1.05	1.7	
G.herbaceum* subsp. *frutescens				
63.4 ± 0.9	60.0 - 65.0	2.07	3.2	
***G.herbaceum* subsp. *euherbaceum* («A-338»)**				
42.0 ± 0.3	40.0 - 43.0	1.05	2.5	
Intraspecific plants F_1				
wild x tropical				
subsp. *africanum* x subsp. *frutescens*				
68.9 ± 0.3	67.1 - 70.8	1.06	1.5	2.02
ruderal x tropical				
subsp. *pseudoarboreum* x subsp. *frutescens*				
52.9 ± 0.7	50.0 - 56.0	2.30	4.3	-0.63
subsp. *pseudoarboreum* f. *harga* x subsp. *frutescens*				
73.0 ± 1.0	72.6 - 73.5	0.27	0.4	9.00
cultural x tropical				
subsp. *euherbaceum* («A-338») x subsp. *frutescens*				
65.0 ± 0.2	64.0 - 66.0	0.64	1.0	1.15

Less high rates belong to the cultural subspecies subsp. *euherbaceum* («A-338»), its «weight of 1000 seeds» on average 42.0 ± 0.3 The indicators of this trait in other subspecies and forms (wild, ruderal) varied from 50.5 to 61.0 g. (Table 2. Figure 3).

And in F_1-plants obtained as a result of interbreeding of intraspecific varieties of the species *G.herbaceum* L. «weight of 1000 seeds» was 52.9-73.0 g.

The highest indices of the «weight of 1000 seeds» with an average value of 73.0±1.0 g were observed in the hybrid combination subsp. pseudoarboreum f. harga x subsp. frutescens, obtained by intercrossing ruderal and tropical subspecies, where the range of variability

was 72.6-73.5 g. respectively. The dominance coefficient for this trait was correspondingly high (*hp*=9.00), and inheritance was characterized by positive heterosis and overdominance. Here the superiority of the parent plant of the tropical subspecies (subsp. *frutescens*) was revealed (Table 2. Figure 4).

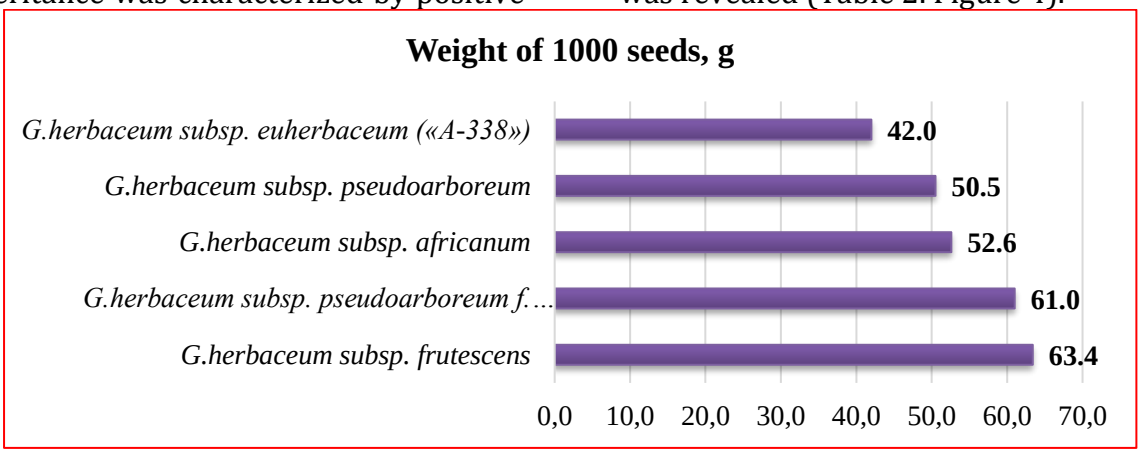


Figure 3. «Weight of 1000 seeds» of intraspecific varieties *G.herbaceum* L.

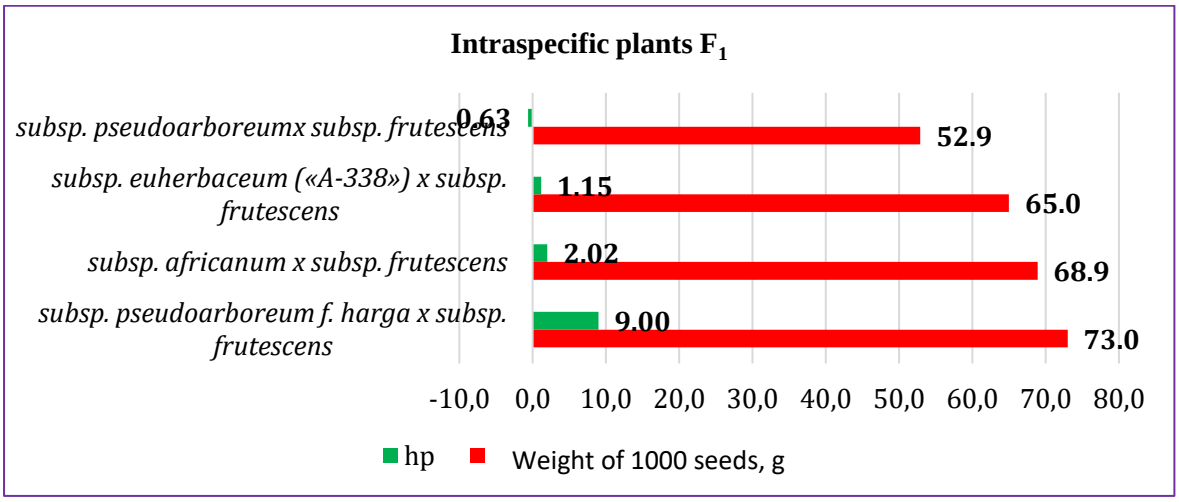


Figure 4. «Weight of 1000 seeds» of parental forms and their intraspecific F_1-hybrids.

Low rates were observed in the hybrid combination of subsp. *pseudoarboreum* x subsp. *frutescens*, which was obtained by crossing ruderal and tropical subspecies, and the value of the «weight of 1000 seeds» averaged 52.9 ± 0.7 g. The amplitude of variability was in the intervals of 50.0-56.0 g., the dominance coefficient was found at the level *hp*=-0.63 that there was an inheritance of the character of intermediate or incomplete dominance.

Indicators of hybrid combination subsp. *africanum* x subsp. *frutescens*, subsp. *euherbaceum* («A-338») x subsp. *frutescens* obtained with the participation of other subspecies (wild, tropical, cultivated) averaged 65.0-68.9 g. And the dominance coefficient showed high values (*hp*=1.15; *hp*=2.02) with inheritance of overdominant positive heterosis.

CONCLUSION

When studying such economically valuable traits as the «boll weight» and «weight of 1000 seeds» in F_1 plants in most combinations with the participation of the tropical subspecies as the paternal form (subsp. *frutescens*), the dominance of the latter (subsp. *africanum* x subsp. *frutescens* *hp*=2.02-2.11; subsp. *pseudoarboreum* f. *harga* x subsp. *frutescens* *hp*=1.00-9.00; subsp. *euherbaceum* («A-338») x subsp.

frutescens hp=-0.71-1.15) with inheritance of positive heterosis.

The obtained data are theoretically valuable sources for breeding and genetic processes.

References:

1. Amanov B., Abdiev F., Muminov Kh., Shavkiev J., Mamedova F. Valuable economic indicators among hybrids of peruvian cotton genotypes. Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 2020; 21(67-68): 35-46.
2. Beil G.E., Atkins R.E. Inheritance of quantitative characters sorghum. Jow State J. of Sci. 1965; 3:35-37.
3. Muminov Kh.A., Ernazarova Z.A. Intraspecific diversity of polymorphic species of the genus *Gossypium* L. - the source of the creation of new promising varieties of cotton. Science and World. - Volgograd: Scientific Review. 2016; 4 (32). 94-96.
4. Muminov Kh.A., Abdullaev F.Kh. The genetic potential of intraspecific polymorphic diploid species of the genus *Gossypium* L. The Way of Science. Volgograd: Scientific Survey. 2016; 9 (31): 26-28.
5. Abdullaev A.A., Rizaeva S.M., Ernazarova Z.A., Amanov B.Kh., Abdullaev F.Kh., Ernazarova D., Arslanov D.M., Muminov Kh.A., Rafieva F.U., Sirozhidinov B.A. Obtaining transgressive forms with high rates of economic traits based on the study of interspecific hybrids of cotton. Form. and development. Agricultural science in the XXI century: Sat. scientific. Art. a circle. 2016; 413-421.
6. Muminov Kh.A., Ernazarova Z.A., Rizaeva S.M., Abdullaev F.Kh. Morphobiological and economically valuable traits of intraspecific diversity of the species *G. herbaceum* L. and their hybrid off spring F_1. Innovative technologies for sustainable and safe development of the agricultural sector: Mat. Int. Scientific-practical Conf. 2013; 168-171.
7. Muminov Kh.A., Ernazarova Z.A., Sirozhidinov B.A. The nature of inheritance of economically valuable traits in intraspecific varieties of diploid cultivated species of the genus *Gossypium* L. Biology-Science of the XXI century: Mat. XVII int. Pushino school-conf. pier uch. - Pushino. 2013; 561.
8. Muminov Kh.A., Rizaeva S.M., Ernazarova Z.A., Abdullaev F.Kh., Arslanov D.M. Inheritance of some economically valuable traits in the diploid species *G. herbaceum* L. and *G. arboreum* L. // The role of the family branch in provision. Prod. security: Mat. Int. Scientific-practical conf. 2015. 47-49.
9. Dospekhov B.A. Field experiment methodology. Moscow: 1985.- 351.
10. Lemeshev N., Atlanov A., Podolnaya L., Korneichuk V. Wide unified classifier of the CMEA genus *Gossypium* L. Leningrad: VIR. 1989. 5-20.
11. Mauer F.M. The origin and taxonomy of cotton. V. book: Cotton. - Tashkent: Academy of Sciences of the UzSSR. 1954; 1: 384
12. Rakhimboev R.R., Zelenina R.F. Inheritance of some economic traits in cotton. Genetics and selection of cotton. - Tashkent: Fan. 1976. 91-96.
13. Ernazarova D.K. Intra- and interspecific phylogenetic relationship of varieties *G.hirsutum* L. and *G.tricuspidatum* Lam. Abstract of thesis. dis. ... Cand. biol. sciences. - Tashkent. 2008. 7-10.
14. Rafieva F.U. Obtaining new donors based on the study of the phylogenetic origin of the species *G.mustelinum* Miers ex Watt. With other polyploid species. Abstract of a thesis for a thesis in biological sciences (PhD). Tashkent. 2017; 12-15.
15. Siddikov A.R. Variability of economically valuable traits under the influence of complex hybridization. Abstract of a thesis for a degree in agricultural sciences. Tashkent. 2006; 11

Юбилеи
Anniversaries

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛНОСТЬ АКАДЕМИКА АБДУЛЛАЕВА АБДУМАВЛОНА АБДУЛЛАЕВИЧА

Заведующий кафедрой генетики и эволюционная биология ЧГПУ, д.б.н., и.о. проф
Аманов Б.Х., b.amanov@cspi.uz
Доцент кафедры генетики и эволюционная биология ЧГПУ, д.б.н.
Муминов Х.А., x.mominov@cspi.uz

Научная общественность нашей республики в октябре 2022 года отмечает 92-летие со дня рождения и 72-летие научной педагогической м общественной деятельности крупного ученого, академика АН РУз, профессора, заслуженного деятеля науки РУз, главного научного сотрудника Института генетики и экспериментальной биологии растений АН РУз Абдумавлона Абдуллаевича Абдуллаева.

А.А. Абдуллаев родился 13 июля 1930 г. Пилал Папского района Наманганской области в семье сельского учителя. В 1945 г. Окончил среднюю школу № 1 в Папском районе, в которой затем преподавал в начальных классах. С 1952 г. После окончания биолого-почвенного факультета Среднеазиатского государственного университета работал младшим научным сотрудником САФ ВИР им. Н.И. Вавилова В 1954 г. Он поступил в очную аспирантуру-Института сельского хозяйства АН УЗ, преобразованного в дальнейшем в Институт экспериментальной биологии растений (ИНЭБР), а затем в НПО «Биолог» АН УЗ. Обучение в аспирантуре проходил в ВИРе им Н.И.Вавилова (г. Ленинград) под руководством проф. Д. В. Тер-Аванесяна.

С 1957 г. Научная и общественная деятельность Абдумавлона Абдуллаевича тесно связана с историей становления и развития института и лаборатории систематики и видообразования культурных растений, переименованной затем в лабораторию систематики и интродукции хлопчатника ИНЭБР АН Уз, которую он возглавлял с 1967 г. 2009 года.

В 1961 г. А.А. Абдуллаев защитил кандидатскую диссертацию, в 1972 г–докторскую.

В 1979 г. Был избран членом-корреспондентом АН РУз.

В 1980 г. Ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Узбекистана», а в 1984 г.- звание профессора по специальности «Генетика».

В 1995 г. Он избран академиком АН РУз по специальности «Молекулярная генетика».

Основные направления исследований А.А. Абдуллаева связаны с изучением и разработкой фундаментальных проблем генетики, систематики, эволюции к филогении хлопчатника, создания богатейшей коллекции мирового разнообразия его дикорастущих и культивируемых представителей и синтетических доноров для моделирования перспективных сортов.

Интерес к исследовательской работе у А.А. Абдуллаева проявился еще студенческие годы. Как перспективный исследователь окончательно сформировался за годы учебы в аспирантуре и совершенствовался как высококвалифицированный

специалист в области систематики и филогении хлопчатника под руководством известного ученого, профессора Ф.М. Мауера.

На первых этапах научной деятельности А.А. Абдуллаевым были изучены биологические особенности и проведена оценка потенциальных возможностей сортообразцов 4 культивируемых видов хлопчатника, их реакция на различные сроки посева и отзывчивость к контрастным условиям агротехники. Изучены генетический диапазон изменчивости популяции 120 образцов культивируемых и диких видов, отзывчивость к воздействию различных факторов и агроэкологических условий возделывания (богарные, зараженный вилтовый фонит. Д.). Среди изученных образцов выявлены ценные формы устойчивые к дефициту влаги, вертициллезному вилту, а также с высокой реакцией на фон питания.

Другое важное направление исследований на последующих этапах научной деятельности-изучение разнообразия видов рода *Gossypium* L., степени их филогенетического родства, за кономерностей формообразовательных процессов при отдаленной гибридизации.

А.А.Абдуллаев установил степень генетического родства между алло-и автополиплоидами, закономерностей формообразовательного процесса в различных поколениях; выявил признаки, характеризующие устойчивость к болезням и экстремальным условия, их взаимосвязь и взаимообусловленность с центрами происхождения и местообитанием каждого вида. Совместно с Ф.М.Мауером А.А.Абдуллаев выдвинул идею и в дальнейшем экспериментально доказал возможность широкого использования в генетико-селекционных исследованиях неисчерпаемого потенциала диких представителей хлопчатника в качестве доноров полезных признаков.

Однако в начале 60-х годов, когда существовал монополизм мнения о нецелесообразности привлечения в селекцию диких видов и высокой эффективности лишь межсортового скрещивания, это направление игнорировалось.

Считалось, что потенциалные возможности р.*Gossypium* L. Исчерпаны.

Лишь в начале 70-х годов была экспериментально доказана целесообразность использования близкородственных видов и подвидов для ускорения селекционного процесса и передачи ценных признаков от диких видов культивируемым. На этих теоретических разработках основан принцип использования мексиканских видов хлопчатника в качестве исходного селекционного материала при выведении группы вилтоустойчивых сортов хлопчатника Ташкент (Мирахмедов С.и др). Это позволило произвести 5-ю сортосмену в критические годы развития хлопководства в республике.

А.А.Абдуллаев проводит колоссальную работу по обогащению генофонда хлопчатника, который является фундаментальной основой развития отечественной хлопководческой науки, а также всех аспектов биологического развития растений-физиологии, биохимии, клеточной инженерии, биотехнологии, генетики, селекции, агробиологии и т.д. Огромен его личный вклад в создание и пополнение генофонда хлопчатника богатейшей коллекции мира, включающей более 10000 сортообразцов культивируемых видов из всех хлопководческих стран, 45 представителей дикорастущих видов рода *Gossypium* L. и уникальную коллекцию созданных синтетических гибридов-растений, не встречающихся в природе. Эта коллекция-наиболее разнообразная по ассортименту и зарегистрированная Международным комитетом по линии ФАО, пополняется в результате зарубежных командировок, экспедиций, обмена семенами с хлопководческими странами мира, а также создания новых форм путем синтетической селекции. Проводится огромная работа по сохранению собранного разнообразия в жизнеспособном состоянии.

В 1975 г. А.А.Абдуллаев возглавил первую научную экспедицию в Мексику-один из генцентров мирового разнообразия культурных растений и хлопчатника-для сбора диких и рудеральных видов хлопчатника и других растений. При активном участи Абдумавлона Абдуллаевича под Мехико был создан совместный опорный пункт по изучению и размножению различных форм мексиканского хлопчатника. В 1948 г. была организована специальная экспедиция по линии АН России для сбора диких и рудеральных разновидностей перуанского хлопчатника, благодаря который коллекция была пополнена 20 формами тонковолокнистого хлопчатника из различных мест

обитания. В результате поездок в 1988-1989 гг. и Китай и Индию генофонд пополнился 12 оригинальными представителями 4 культивируемых афро-азиатских и индо-китайских видов хлопчатника; в 1997 г. в Австралию 6-ю новыми представителями дикорастущих видов; в 1998 г. в Исламскую республику Пакистан-новыми сортообразцами.

В коллекции генофонда содержатся дикие виды и формы с признаками скороспелости, листопадности, продуктивности и высокого качества волокна, устойчивости к засухе, вредителям и болезням. Собранный им генофонд хлопчатника-национальное богатство Узбекистана, основа успешного развития хлопководства, неисчерпаемый источник полезных признаков для передачи их культивируемым сортам, а также создания перспективных сортов на новой генетической основе. Образцы диких видов и новые синтетические формы хлопчатника-доноры ценных хозяйственных признаков-широко используются лабораториями института, а также другими НИИ республики, обмениваются с различными зарубежными НИИ (Перу, Мексики, Китая, США и т. д). На их основе создан ряд новых сортов, А.А.Абдуллаев является их соавтором (Купайсин, Ан-Чилляки, Беш-Кахрамон, АН Узбекистан-3, АН-510, 513, 514, 517, АН-512-У, Клейстогам, Хамкор, Насаф, Генофонд-2 и др.).

Под руководством А.А. Абдуллаева всесторонне изучаются американские, афро-азиатские, австралийские виды хлопчатника с применением различных методов морфолого-анатомических, физиолого-биохимических, цитологических, эмбриологических, кардиологических, а также по экспериментальной полиплоидии. Использование комплекса этих методов позволило дать полную ботаническую характеристику, провести достаточно глубокий анализ биологических особенностей представителей дикой флоры и культивируемых форм хлопчатника, характеризовать их как в статике, так и в динамике развития.

Под руководством А.А.Абдуллаева модифицирован и усовершенствован метод дифференциального окрашивания хромосом хлопчатника, что позволило разработать гипотетическую схему эволюции кариотипа. Выдвинута новая гипотеза о происхождении полиплоидных видов, разработана схема подбора исходного материала для получения эффективных полиплоидов, сложных полигеномных гибридов с комплексом ценных генов. Разработаны и усовершенствованы

методы и способы получения разнообразных гибридов, ускорящие процесс рекомбинации и в целом селекционный процесс и обеспечивающие сочетание ценных признаков в новом генотипе. Получен ряд трехгеномных гибридных линий, отличающихся уникальными особенностями естественной листопадности, самочеканки и др. Среди дикорастущих видов выявлен и рекомендован для генетико-селекционных работ ряд доноров ранней листопадности, и скороспелости, плодовитости, устойчивости к засухе, пониженным температурам, болезням и насекомым-вредителям.

Многолетние комплексные исследования мирового разнообразия хлопчатника позволили уточнить систематическое положение, степень филогенетического родства и уровень эволюционной продвинутое таксонов различного ранга, что важно для теоретической и практической селекции. Доказана перспективность отдаленной гибридизации как эффективного метода использования гермоплазменного фона хлопчатника с целью передачи генетических особенностей культивируемым полиплоидам и создания наследственно новых форм.

Результаты исследований А.А.Абдуллаева обобщены и опубликованы в 486 статьях, 12 брошюрах и монографиях. Они широко известны научной общественности нашей страны и за рубежом. Одна из них-«Формообразование при отдаленной гибридизации хлопчатника»-переиздана Техасским университетом в 1968 г на английском языке.

А.А.Абдуллаев является одним из активных организаторов Узбекистанского республиканского общества генетиком и селекционеров им. Н.И. Вавилова (УзОГиС) I Учредительного и последующих съездов ОГиС и УзОГиС (1966, 1977, 1982, 1987), Республиканского симпозиума по вилтоустойчивости хлопчатника (1973), Совещания по биологическим основам орошаемого земледелия (1974), I совещания «Генетика развития растений» (1980), II совещание «Генетика развития растений» (1990). Международного симпозиума (полинии СЭБ) по вопросам использования тропических и субтропических растений (Прага, 1981), Республиканского совещания «Генетические основы создания висококачественных сортов интенсивного типа» (1984), совещания по солеустойчивости растений (1987), выступил с докладом в Австралии (1977), на Международном симпозиуме (1999) и Международном семинаре в Бишкеке (Кыргызстан, 1999), Юбилейном совещании, посвященном 75-летию Узбекского института растениеводства (1999).

Абдумавлон Абдуллаевич Абдуллаев руководит республиканской комплексной программой, направленной на развитие хлопководства в республике, рабочих групп стран Закавказья и Центральной Азии по генетическим ресурсам (IPGRI) по лини ФАО, является членом республиканской комиссии по программе сортообновления и сорторазмещения хлопчатника на 1999-2010 гг.

А.А.Абдуллаев участвовал в работе симпозиума «Человек и биосфера» (Баку, 1978), совещания «Итоги ботанических исследований и перспективы их развития на ближайшее десятилетие» (1977), II симпозиума «Структура и функции нуклеиновых кислот и биосинтез белка в растениям» (1977), XIV Международного генетического конгресса (1978), совещания «Устойчивость и надежность структурной организации в онтогенезе и эволюции и проблема сохранения биосферы» (1981), совещания по отдаленной гибридизации (1983), VII совещания МОИП МГУ по вопросам филогении растений (1986) и ряда региональных совещаний, посвященных повышению эффективности научных исследований в области хлопководства.

Его талант ученого прекрасно сочетается с организационной деятельностью, особенно ярко она проявилась в 1971-1982 и 1985-1989 гг., когда он руководил Институтом экспериментальной биологии растений АН Узбекистана и возглавлял научные экспедиции за рубежом. Особое внимание он уделял подготовке молодых специалистов, направляя их в ведущие учреждения страны и за рубеж. Проводил большую работу по совершенствованию планирования научных исследований, придавая огромное значение углублению фундаментальных исследований и внедрению их результатов в сельскохозяйственное производство.

А.А. Абдуллаев провел большую подготовительную работу, предшествующую созданию НПО «Биолог» АН Узбекистана на базе института экспериментальной биологии растении. Абдумавлон Абдуллаевич-неустанный пропагандист достижений сельскохозяйственной биологии. Он внес огромный вклад в широкое распространение и внедрение новых сортов хлопчатника селекции института благодаря чему они, в том числе группа сортов Ташкент, возделывались почти на всей посевной площади не только Узбекистана, но и других республик и за рубежом.

Огромное внимание А.А. Абдуллаев уделяет подготовке кадров. Под его руководством подготовлены 10 докторов и 23 кандидатов наук, в том числе 1 доктор наук-гражданин Чехии и 2 кандидата наук-граждане

Вьетнама и Пакистана. Научная школа по систематике и. филогении хлопчатника, созданная А.А. Абдуллаевым, успешно развивается на уровне современных требований и признана не только в нашей стране, но и за рубежом.

Наряду с научно-организационной, деятельностью Абдумавлон Абдуллаевич ведет большую общественную и педагогическую работу: активно участвовал в работе координационного совета по хлопководству (1971-1990) являлся членом, а позднее Председателем Президиума Узбекского общества генетиков и селекционеров (1966-1992); зам. председателя проблемного совета АН России «Генетика и селекция» (секция хлопчатника) (1971-1987) зав отделом и председателем НТС «Генетика к селекция» ИНЭБР АН Уз (1976-1988) председателем проблемного совета по генетике и селекции АН Уз; зам. академика-секретаря Отделения биологических наук АН Уз (ОБН), а в дальнейшем-членом бюро ОБН АН Уз (1980-1990), членом оргкомитета XIV Международного генетического конгресса (1978); членом Центрального совета ОГ и С(1979-1990); заместителем-(1980-1985), затем председателем (1986-1990) секции агропрома общества «Знание» РУз.

А.А.Абдуллаев член экспертного совета и Президиума ВАК РУз (с 1992). Действительный член АН РУз и член Президиума АН РУз (с 1995), председатель ОСХН Президиума АН РУз (1997-1999), член Научного совета и секции МС и ВХ РУз (1998), член Республиканской комиссии по сортообразованию и размещению хлопчатника (с 1999).член редколлегии журнала «Доклады академии наук РУз»(с 1993),председатель рабочей группы по генофонду хлопчатника Координационного совета по генетическим ресурсам растений стран Закавказья и Центральной Азии (IPGRI) ФАО.

А.А.Абдуллаев ученый секретарь Объединенного спецсовета по зашитам кандидатских и докторских диссертаций по биологическим наука при Президиуме АН Уз (1966-1972), председатель регионального Спецсовета по защитам кандидатских диссертаций по специальности «Генетика» и «Физиология растений» (1976-1990), член Специализированного совета по зашитам кандидатских диссертаций по специальностям биологического профиля при ТашГУ (1971-1975),. Член Спец совета по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальностям «Ботаника» (1986-1990), «Генетика», «Молекулярная генетика», «Физиология растений» (1996-2000)-принимал активное участие в работе специализированных советов.

Абдумавлон Абдуллаевич возглавлял Совет по выставкам работ АН Узбекистан (1985-1988), комиссию по рассмотрению конкурсных работ молодых ученых Узбекистана на присуждение премий АН Уз (1985-1989); был председателем ГЕК естественно-географического факультета Государственного педагогического института им. Низами (1987); осуществлял руководство при выполнении заданий РНТП «Создать и внедрить устойчивые к заболеваниям сорта хлопчатника, превышающие стандартные по комплексу хозяйственных признаков» (1981-1985) был председателем секции сельскохозяйственных наук по предварительному рассмотрению работ, выдвинутых на соискание государственной премии им. Буруний членом ко миссии по переаттестации руководителей лабораториями научных сотрудников Президиума АН

РУз и переаттестации в НИИ Каракалпакстана (1998-1999).

С 1995 г. по 2013 год являлся членом Президиума ВАК при КМ РУз, членом координационного Совета по генетическим растительным ресурсам государств Средней Азии и Закавказья (САЗ), председателем секции сельскохозяйственных наук Государственного Комитета по науке и технологиям при КМ РУз.

Является руководителем научных программ по хлопку как уникальному объекту: ГНТП-17 2.5.1.2. П-172 Изыскание источников, сохранение, изучение и обогащение мирового разнообразия рода (2003-2005 гг.); по ГНТП-11 за 2006-2008 гг. Создание доноров хозяйственно-ценных признаков на основе изучения использования мирового разнообразия мексиканского вида; ГНТП-9 за 2009-2011 гг. Хозяйственная и биологическая оценка представителей тетраплоидных видов мирового генофонда хлопчатника и использование их селекционной практике; программ по международному гранту (PL-480) «Меж геномная гибридизация хлопчатника и получение доноров хозяйственно ценных признаков» (сотрудничество с учеными США) (2002-2004 гг.). по ГФНП-5 за 2012-2016 гг.

Степен филогенетического родства внутри-и межвидового биоразнообразия полиморфных видов *Gossypium* L.

С 2008 года председатель секции по сельскохозяйственным наукам ГНТП и инновационным программам АН РУз при Комитете по науке и технологиям при КМ РУз.

С 2009 года является профессором кафедры ботаники и физиологии Узбекского Национального Университета имени М. Улугбека.

В настоящее время является научно-общественным консультантом кафедры «Генетики» НУУз им Мирзо-Улугбека и «Селекции и семеноводства» Таш ГАУ.

На протяжении ряда лет А.А. Абдуллаев являлся ответственным редактором изданий о деятельности Института экспериментальной биологии растений АН Узбекистана, членом редколлегии научных журналов-«Узбекского биологического журнала», «Фан ва турмуш», «Хлопок», «Доклады АН РУз».

За большой вклад в отечественную и мировую науку, научно-организационную и общественную деятельность профессору А.А. Абдуллаеву в 1980 г. присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Узбекистана».

Научно-организационная деятельность А.А. Абдуллаева высоко оценена правительством: и он награжден орденами и медалями, в том числе международной медалью «Богиня плодородия» (Чехия) и почетными грамотами. В 2011 году награжден Государственной премией первой степени в области науки и техники, 2019 году нагрудным знаком «Узбекистоннинг кишлок хужалиги фидоиси», 2021 году нагрудным знаком «Мехнат фахрийси».

Абдумавлон Абдуллаевич Абдуллаев-выдающийся учений, целеустремленный, талантливый иследователь с широким диапазоном научных интересов, организатор и активный популяризатор науки. Его отличают глубокая по рядочность, деловитость, скромность и бескорыстие он строгий, справедливый и доброжелательный человек, всегда вникает в заботы и нужды коллектива, пользуется заслуженным уважением и авторитетом.

А.А.Абдуллаев отмечая свой славный юбилей полон энергии, позитива, желания трудится жизненным опытом и знаниями.

Память
Memory

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА МУСАЕВА ДЖУРЫ АЗИМБОЕВИЧА

Бобоев С.Г.
Заведующий кафедрой генетики НУ Уз, д.б.н.
Рахимов А.К.
Декан факультета Естественных наук Чирчикского государственного педагогического университета, проф.
Мирахмедов М.С.
Доцент кафедры генетики НУ Уз., к.б.н.

Джура Азимбоевич Мусаев, известный ученый-генетик, академик АН РУз (1984 г.), заслуженный деятель науки Узбекистана (1980 г.), доктор биологических наук (1973 г.), профессор (1975 г.), родился 5 декабря 1928 года в городе Янгиюль. В 1943 году он поступил на биологический факультет Среднеазиатского государственного университета (ныне Национальный университет Узбекистана) и успешно окончил его в 1948 году. В студенческие годы такие ведущие педагоги-ученые, как И.А.Райкова, А.И.Автономов, П.Б.Азизов, воспитали в нем страсть и веру в общую биологию, а также биологию и генетику хлопчатника

По этой причине в 1948-52 годах Дж.А.Мусаев учился в аспирантуре университета, и в 1954 году под руководством членов-корреспондентов АН РУз И.А.Райковой и А.И.Автономова защитил кандидатскую диссертацию по теме «Отдаленная гибридизация в селекции тонковолокнистых сортов хлопчатника". Педагогическую деятельность начал в 1952 году ассистентом кафедры Дарвинизма и генетики. С тех пор он непрерывно осуществлял эффективную научно-педагогическую деятельность.

Первые научные исследования ученого были посвящены проблемам гибридизации генетически отдаленных видов хлопчатника. Научные опыты проводились в лаборатории Центральной селекционной хлопководческой

станции под руководством известного селекционера А.И.Автономова. Дж.А.Мусаеву впервые удалось установить закономерности наследования признаков у гибридов, полученных путем скрещивания сортов культурного вида хлопчатника *G.barbadense* L. с дикими видами *G.thurberii* и *G.peruvianum*.

После этого круг научных исследований Дж.А.Мусаева расширился. Для исследования наиболее актуальных фундаментальных проблем генетики хлопчатника он начал занимается созданием генетической коллекции хлопчатника. К этой большой работе он привлек еще со времен аспирантуры своих талантливых учеников М.Ф.Абзалова, А.С.Алматова, Ш.Турабекова, С.А.Зокирова.

В 1972 году он защитил докторскую диссертацию по теме «Проблемы генетики хлопчатника на примере *G.hirsutum*». В целях открытия лаборатории генетики хлопчатника профессор Дж.А.Мусаев прочтет несколько лекций по результатам своей научно-исследовательской работы в ряде институтов России и на кафедре генетики МГУ. В частности, на основании решения Ученого совета Института общей генетики о необходимости создания в Ташкентском государственном университете Лаборатории генетики хлопчатника было подготовлено специальное письмо за подписью известного ученого Н.П.Дубинина. После во второй по величине Институте биологии развития организмов и на кафедры генетики МГУ научный доклад Дж.А.Мусаева был высоко оценен, и было принято решение о создании в ТашГУ Лаборатории генетики хлопчатника.

Так, усилиями профессора Дж.А.Мусаева в 1974 году в Ташкентском государственном университете Узбекистана была открыта Проблемная лаборатория генетики хлопчатника. К 80 и 90-м годам прошлого века в эту лабораторию были привлечены ряд талантливых молодых ученых, посвятивших себя науке. Значительный вклад к прогрессу генетических исследований внесли М.Ф.Абзалов, А.С.Алматов, С.А.Зокиров, Ш.Турабеков, С.Т.Мусаева, Х.Холматов, Г.Н.Фатхуллаева, У.К.Наджимов, З.Н.Усманова, В.В.Гулин, М.Ф.Санамян, Э.Быкова, М.С.Мирахмедов, А.А.Бекмухамедов и другие. Этот период можно назвать периодом создания научной школы профессора Дж.А.Мусаева по генетики хлопчатника. Этой научной школой были выполнены научные исследования по фундаментальным и практическим проблемам генетики хлопчатника.

Для проведения фундаментальных и практических работ по изучению генетических основ повышения урожайности волокна хлопчатника вида *G.hirsutum*, были использованы линии единственной в мире генетической коллекции хлопчатника, созданной в результате многолетних научных исследований проведенных на кафедре. Изучаемые гомозиготные линии по урожаю волокна были альтернативными (т.е., волокнистые и бес волокнистые). Проведенный многолетний генетический анализ гибридных поколений (F_1, FB, F_2-F20), полученных в результате скрещивания этих линий в различных вариантах, дал возможность впервые в истории мировой генетики хлопчатника создать и обосновать теорию генетической основы выхода волокна. Согласно этой теории аллельные и неаллельные гены, обеспечивающие урожайность хлопкового волокна, обладают сложным комбинационным взаимодействием между собой. В их функции одновременно проявляется влияние полимерное, комплементарное, эпистатическое и плейотропное взаимодействие генов. На основе этой теории была создана таблица теоретически ожидаемых линий, которые могут встречаться в гомозиготном состоянии в различных вариантах генов урожайности волокна, наподобие таблицы периодической системы химических элементов Д.Менделеева. В течение следующих 30 лет генетических исследований было создано 85 процентов теоретически ожидаемых линий генетических коллекций. В результате впервые была создана генетическая коллекция изогенных линий по урожайности волокна. Эта коллекция имела большое значение для молекулярной генетики, классической генетики и прикладной селекции. На их основе путем экспериментального мутагенеза и гибридизации мутантов удалось повысить выход волокна до 40-42%. Их семена были очень крупными (масса 1000 семян 130-140 г).

В 1992 году специальным указом Первого Президента республики И.А.Каримова в составе АН РУз был создан Институт генетики. Директором института по предложению Дж.А.Мусаева назначен талантливый ученый, доктор биологических наук, профессор, ведущий специалист в области молекулярной генетики и генной инженерии, член-корреспондент АН РУз А.Абдукаримов. На академика Дж.А.Мусаева возложена задача научно-творческого советника директора. В ходе выполнения этой ответственной задачи Дж.А.Мусаев в институте создал три научно-практические лаборатории, и возглавил Отдел генетики растений. В том же году, когда был основан институт, в сотрудничестве с институтом и Национальным университетом Узбекистана на факультете Биологии и почвоведения был создан «Научно-образовательный центр Генетик». В состав Центра вошли от университета Кафедра генетики и цитоэмбриологии, Лаборатория генетики и генетической коллекции хлопчатника; от института Генетики лаборатории Молекулярная генетика и Генетика хлопчатника, а также лаборатории Узбекского научно-исследовательского института селекции и семеноводства хлопчатника, Институт шелководства и Венского университета. В этом центре налажена подготовка магистров, кандидатов наук и докторов в области общей генетики, генетики растений, медицинской генетики человека и молекулярной генетики. В результате использования генетической коллекции хлопчатника университета в качестве исходного

материала в селекционных исследованиях учениками и сотрудниками Дж.А.Мусаева в Институте генетики и экспериментальной биологии растений были созданы такие сорта хлопчатника как: «Гульбахор», «Армугон», «Навбахор». (авторы: Н.Г.Губанова, У.Д.Джураев, Дж.А.Мусаев), «Водий» (авторы: Дж.А.Мусаев, К.А.Ахмедов, А.С.Собиров и др.) и «Багдад» (авторы: Дж.А.Мусаев, Х.А.Ахмедов и др.). Академик Дж.А.Мусаев и его ученики впервые сделали несравненное научное новшество в области генетики хлопчатника. Ими разработаны метод создание генетической основы улучшение качества волокна средневолокнистых сортов хлопчатника вида *G.hirsutum* L. до уровня тонковолокнистых сортов и создания сортов с более высоким качеством волокна. Первоначально велись работы по созданию линий - синтетических доноров с очень высоким качеством волокна и устойчивостью к болезням.

На втором этапе исследований эти линии – доноры были скрещены с образцом генетической коллекции хлопчатника вида *G.hirsutum* L. «Краснолистная акала». Для усиления рекомбиногенеза у полученных гибридов F_1 на их семена использовали метод экспериментального мутагенеза. В результате генетического анализа их потомства, отбора и сохранения нужных форм были созданы новые перспективные устойчивостью к вилту линии с высоким качеством и урожайностью волокна. В дальнейшем они послужат основой для создания совершенно новых форм хлопчатника *G.hirsutum* L., с качеством волокна II, III типа.

Академик Дж.А.Мусаев автор и соавтор пяти изобретений и пяти сортов хлопчатника, автор более 200 научных статей. 40 из них, в частности “Genetic collections, isogenic and alloplasmatic lines”, “Genetic and Breeding Techniques to Improve Cotton Production under Irrigated Conditions in Uzbekistan”, “Molecular tagging of fibre yield genes using intra-specific Rl lines of *G.hirsutum* developed in Uzbekistan”, “Microsatellite markers associated with lint percentage trait in cotton, *Gossypium hirsutum*”», были опубликованы в зарубежных странах, таких как США, Индия, Турция, ЮАР, Россия Дж.А.Мусаев и его ученик А.С.Алматов входят в число авторов статьи, опубликованной в международном генетическом журнале, издаваемом в США. В статье отражены достижения научной школы Дж.А.Мусаева в области генетики хлопчатника и результаты их применения в молекулярной генетике и генной инженерии. Дж.А.Мусаев автор и соавтор учебников "Умумий биология", "Общая биология" (четырежды переиздавалась) изданных на узбекском и русском языках для 10-11 классов средних общеобразовательных школ и монографии "Генетическая коллекция хлопчатника и проблемы наследования признаков" (1979 г.), "Генетический анализ признаков хлопчатника" (2005). Нам приятно отметить, что монография, изданная в 2005 году, была передана в дар музею памяти известного ученого, академика Н.И.Вавилова в Институте общей генетики РАН. Он был принят в качестве экспоната для демонстрации результатов исследований научной школы Дж.А.Мусаева в области генетики хлопчатника.

Академик Дж.А.Мусаев входил в состав Главной редакционной коллегии всех 12 томов Национальной энциклопедии Узбекистана и возглавлял научно-консультативный совет по биологии. Дж.А.Мусаев и его научная школа генетики хлопчатника в настоящее время известн во всем

мире своим научным потенциалом и эффективностью. Об этом свидетельствует тот факт, что он был организатором и участником ряда международных и региональных генетических научных конференций. Например: он председатель секции и докладчикна Международном генетическом конгрессе (1982, Москва). Нужно отметит его актуа генет

организации по управлению научной работой на хлопчатнике (1993 год) (штаб-квартира находится в г.Нью-Йорке, США), сессии состоявшейся в Дели (Индия) в 1993 год, на конференциях, проведенных в университетах Анкары и Стамбула, Турция (1985 год), научных советах Института общей генетики и Физиологии растений и биологии ра

Эффективна и деятельность Дж.А.Мусаева в области подготовки высококвалифицированных научных кадров. Под его руководством подготовлено 6 докторов наук и 25 кандидатов наук по специальности генетика. В частности, за годы независимости подготовил 6 докторов наук и 8 кандидатов наук.

Несмотря на то, насколько занят научной и педагогической деятельностью, Дж.А.Мусаев был примерным главой семьи, верным спутник жены, любящим отцом двоих детей и любимым дедушкой двоих внуков.

Деятельность Дж.А.Мусаева в области генетики и подготовке биологов и генетиков была высоко отмечена руководством нашей страны. Дж.А.Мусаев был награжден Медалью Н.И.Вавилова РАН, присвоено звание Заслуженного деятеля науки Узбекистана (1980 г.), орденами «Дружба народов» (1981 г.), «Независимость» (1992 г.), «За заслуги» (1991 г.), «Эл-юрт ҳурмати» (1998 г.), «За выдающиеся заслуги» (2003 г.), а в 2012 г. награжден «Государственной наградой 1-й степени

Современная биология и генетика
(Международный научный журнал)

Modern Biology and Genetics
(International scientific journal)

№1-2

Босишга рухсат этилди: 23.11.2022 йил
Бичими 60x84 1/8. «Times New Roman»
гарнитурада рақамли босма усулда чоп этилди.
Шартли босма табоғи 11,3. Адади 100. Буюртма № 26-11
Тел: (99) 832 99 79; (99) 817 44 54
«IMPRESS MEDIA» MChJ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Қушбеги кўчаси, 6-уй.