

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЛАКОВЫХ РАСТЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА

**Ф. Ш. ДЖАФАРОВА, К. Б. ГУРБАНОВ, З. А. ТАГИЕВА, С. А. ГУСЕЙНОВА,
С. С. АХАДОВА, В. М. ГАДЖИЕВА**

*Министерство науки и образования Азербайджанской Республики, Институт Физики,
г. Баку, Республика Азербайджан, Az1143; e-mail: firuza_djafarova@inbox.ru; tzenfira@mail.ru;
sabina_quseynova1977@hotmail.com; sevil-axadova@mail.ru; vefa86haciyeva@gmail.com*

В. И. ДЖАФАРОВ

*Институт Почвоведения и Агротехники НАНА,
г. Баку, Республика Азербайджан, Az1073; e-mail: vcdiv@rambler.ru*

(Поступила в редакцию 11.01.2023)

Экспериментальным методом изучено влияние импульсного газового разряда на опытные образцы семян пшеницы в направлении обезвреживания семян злаковых растений от различных патогенных микроорганизмов и определен оптимальный режим. Исследовано влияние сильного электрического поля и газового разряда на различные биологические структуры опытных образцов семян злаков. Выявлено, что использование в виде удобрения в почву активированной в электрическом импульсном газовом разряде измельченной шелухи Tamarix также способствует увеличению продуктивности посева злаковых. На основании полученных результатов предлагается применение энергоэффективной и экологически безопасной электротехнологии, подходящей для объекта исследования.

Ключевые слова: *лугово-серозёмная почва, сорт безостой-1 пшеницы, растение, Tamarix высокое напряжение, импульсный электрический газовый разряд, экология, семя, растение, активация.*

An experimental method was used to study the effect of a pulsed gas discharge on samples of wheat seeds in the direction of neutralizing seeds of cereal plants from various pathogenic microorganisms and to determine the optimal mode. The influence of a strong electric field and a gas discharge on various biological structures of experimental samples of cereal seeds has been studied. It was found that the use of crushed Tamarix husk, activated in an electric pulsed gas discharge, as a fertilizer into the soil also contributes to an increase in the productivity of cereals. Based on the results obtained, the use of energy-efficient and environmentally friendly electrical technology suitable for the object of study is proposed.

Key words: *meadow-serozem soil, barren wheat variety, plant, Tamarix, high voltage, pulsed electric gas discharge, ecology, seed, plant, activation.*

Введение

Обеспечение продовольственной безопасности, повышение потребности в качественном семенном материале требует применения новых экологически безопасных, рентабельных технологических и практических подходов в производстве сельскохозяйственной продукции.

Надежное снабжение продовольствием является главным условием экономической и социальной стабильности каждой страны. С этой точки зрения, условия продовольственной безопасности населения страны требуют получать зерновой продукт до (70–80 ц/га) больше, чем осенние зерновые. Факторы, регулирующие формирование высокого урожая зерна (полив, подкормки, удобрения, борьба с сорняками, цветением зеленных культур, борьба с болезнями и вредителями и др.), достигаются соблюдением высоких агротехнических правил. Прежде всего, главным вопросом должно стать полное удовлетворение потребности населения в зерне и зернопродуктах за счет производства большего количества зерна с одной обрабатываемой площади. Развитие зернового хозяйства, которое в природно-климатических условиях нашей республики является основным стратегическим направлением, постоянно находится в центре внимания. Переход к качественно новым технологиям также должен обеспечивать максимальную адаптацию к биологическим свойствам материалов и требованиям агроэкосистем. Понятно, что действие физических факторов зависит не только от генотипа растения, но и от морфологических особенностей и качества семян.

Поиск новых, экологически чистых, экономичных и эффективных стимуляторов роста растений является одной из важнейших задач селекции растений. Большинство широко используемых в мире стимуляторов роста растений являются химическими препаратами и в результате наносят вред окружающей среде и живым организмам. Внесение удобрений чрезвычайно важно для получения высоких урожаев с полей озимых зерновых [2, 4]. Правильное внесение минеральных удобрений на обрабатываемые поля создает условия для нормального роста и развития растений, повышает их устойчивость к болезням, морозам и засухе. В связи с этим очень важно внести под плуг перед посевом 350–400 кг фосфорных удобрений на гектар по физическому весу.

Орошение является одним из важных условий получения высокого урожая озимых зерновых культур. В зависимости от почвенно-климатических условий зерновые поля следует орошать от двух

до четырех раз в течение вегетационного периода. В годы с дождливой зимой полив первой вегетации рекомендуется начинать в третьей декаде февраля или в первой декаде марта в зависимости от почвенно-климатических условий.

Одной из задач ухода за зерновыми культурами в весенний период является проведение химической борьбы с сорняками. Для этого необходимо использовать зарегистрированные государством химические препараты. В настоящее время к числу широко применяемых гербицидов против однодольных сорняков относятся Пума Супер, Иллофоб-28 ЕС и Топик. Гербицид Пума Супер вносят из расчета 0,8–1,0 л/га, гербицид Иллофоб-28 ЕС из расчета 2 л/га, гербицид Топик из расчета 0,35–0,40 л/га. Указанное количество этих гербицидов следует растворить в 250–300 л воды и опрыскать поля в фазу кущения озимой пшеницы весной. В противном случае его эффективность будет низкой.

Мышевидные грызуны наносят большой вред посевам зерновых в зимне-весенний период. Эти грызуны, живущие группами, очень широко распространены во всех равнинных и предгорных районах. Для этого готовят манки, используя зерно, отравленное 10 % фосфидом цинка в смеси с автолом или растительным маслом. В каждое рабочее гнездо кладут 0,5–1,0 г ядовитого зерна (обманчивая приманка). Полевые мыши даже в теплое время года поедают такую обманчивую приманку и гибнут. Усовершенствование технических средств, интенсивное использование химии, увеличение доз минеральных удобрений и др. это не только экономически нецелесообразно, но и вредно для окружающей среды.

В настоящее время известно множество физических факторов, под действием которых наблюдается стимуляция ростовых процессов в семенах. Многими исследователями отмечается, что при воздействии различных физических факторов (ионизирующее излучение, ультразвук, лазерные лучи, импульсный ток, электрические и магнитные поля, электрохимически активированная вода и др.) в оптимальных дозах возникает одна и та же реакция: в результате воздействия в семенах и в клетках живого организма наблюдаются сложные изменения.

Технологии, основанные на воздействии сильных электрических полей и газовых разрядов, занимают лидирующие позиции как с точки зрения энергоэффективности, так и с точки зрения защиты окружающей среды. В литературе с целью консервации пищевых продуктов рассматривался вопрос их обезвреживания от микроорганизмов импульсными электрическими полями, влияние параметров импульса и конструкции рабочей камеры на этот процесс. Установлено, что прямоугольные импульсы и импульсы переменной полярности более эффективно воздействуют на биологические структуры. В литературе приведены результаты изучения воздействия высоких электрических импульсных полей на мембраны растительных клеток. Они описали несколько моделей мембран. Исследователями был рассмотрен вопрос повышения электропроводности биологических клеток в результате воздействия высоких электрических полей на семена картофеля, бананов и яблок. Показано, что мелкие перфорационные процессы в мембранах размером 40–120 мкм возникают при средних электрических полях 15–200 В/см, а значительные перфорации – при значениях 400–800 В/см [7, 11].

Как было описано выше, одним из стимуляторов роста растений является удобрение. Кустарник *Tamarix*, название которого занесено в «Красную книгу», широко распространен в нашей стране в Нахичевани, Апшеронском полуострове и Кура-Аракской равнине [3, 4]. В мире насчитывается более 80 видов *Tamarix* кустарникового, из них около 10 произрастают на Кавказе, в основном в Грузии и Азербайджане. В Сальянском районе густые леса тянутся вдоль реки Куры. Высота пустынно-полупустынного растения 1 метр и более. Поскольку он устойчив к засухе и засолению, имеет большое значение в озеленении. Растение *Tamarix* положительно влияет на плодородие почвы, повышает содержание кислорода, служит для очистки воздуха. Одним из преимуществ растения *Tamarix* является его использование при хранении зерна. То есть можно предложить использовать растение тысячелистник для предотвращения плесени и гниения запасных продуктов. Химический состав растений рода *Tamarix* достаточно изучен. Известно, что они содержат фенольные соединения, сапонины, эфирные масла, сахара (глюкозу, фуруктозу, маннозу, ксилозу) и дубильные вещества. *Tamarix* считается солеобразующим галофитом (криногалофит, криптогалофит), для которого характерна способность переносить большое количество ионов натрия и хлора и переносить их на поверхность фотосинтезирующих органов (листья, ветки) в виде солей. через специальные органы (солевые железы). *Tamarix* может извлекать из почвы не только NaCl, но и Ca, Mg, K и др., поглощает ионы. В литературе встречаются исследования химического состава *Tamarix*, так как *Tamarix ramosissima* Ledeb выявляет основное вещество – эвгенол (2-метокси-4-аллилфенол), производное фенола. Известно, что эвгенол входит в состав многих эфирных масел, в т.ч. гвоздика, лавр, базилик, корица [9, 13].

Следует отметить, что несмотря на изучение воздействия сильных электрических полей и газовых разрядов на биологические структуры и семена растений, описание процессов, происходящих в обрабатываемых средах, и оптимизация эффективных режимов воздействия сильных электрических полей на существующие конструкции, регистрации, в разработке энергоэффективных зеленых

электротехнологий будущего отсутствует общий механизм подхода, который считается необходимым и получено недостаточно информации. В связи с этим, в лабораторных условиях были проведены исследования на основе воздействия сильных электрических полей и газовых разрядов по активизации семян злаковых растений и натуральных удобрений (измельченная шелуха Tamarix) в предпосевных процессах и их использовании. в сельском хозяйстве.

Цель: энергоэффективная и экологически безопасная электронная обработка семян злаков и натурального удобрения (измельченная шелуха Tamarix) в предпосевных процессах за счет электрогазовых разрядов и обезвреживания различных патогенных микроорганизмов, оказывающих прямое негативное влияние на продуктивность объектов исследования.

Основная часть

Исследования проводились на образцах семян пшеницы, привезенных из Сабирабадского, Хачмазского и Исмаиллинского районов Азербайджанской Республики. В лабораторных условиях использовали лугово-серозёмный тип почвы и сорт Безостой-1 пшеницы из указанных регионов. Образцы пшеницы сорт Безостой-1 и измельченную шелуху Tamarix обрабатывали воздействием импульсного газового разряда, при напряжении 10 кВ и в течение 3–6 минут при атмосферном давлении и комнатной температуре [6, 10]. Для сравнения были исследованы и образцы семян пшеницы и измельченной шелухи Tamarix, необработанные в электрическом импульсном разряде. На основании исследований определен оптимальный режим воздействия импульсного газового разряда на опытные образцы пшеницы и измельченной шелухи Tamarix: высокое напряжение $U = 10$ кВ; время обработки образца установлено 6 минут. Воздействие сильного электрического поля импульсного газового разряда на образцы пшеницы и измельченной шелухи Tamarix осуществляли с помощью генератора импульсного напряжения, показанного на рис. 1.

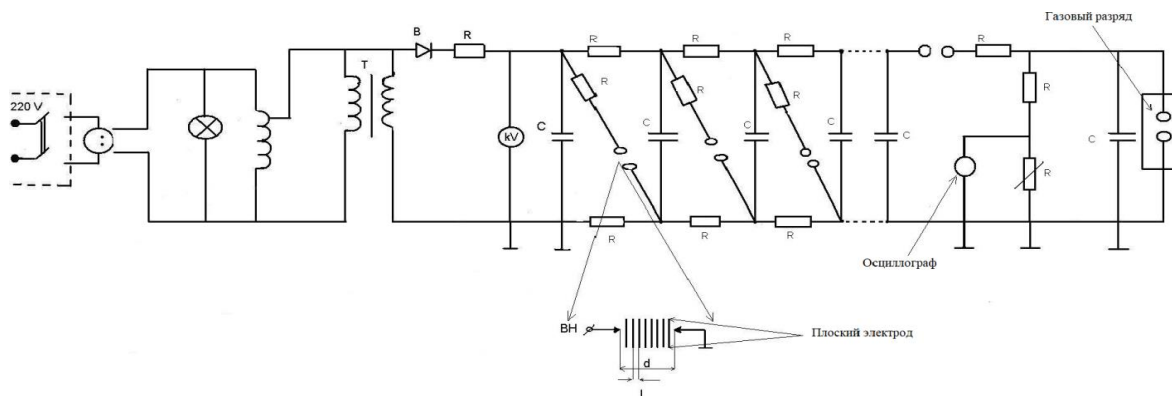


Рис. 1. Принципиальная схема генератора импульсного напряжения

Эксперименты проводились в лаборатории при одних и тех же условиях. Результаты опытов проверялись и записывались ежедневно, что показано ниже на рисунках и оформлено в табличной форме.

Эксперимент №1 – в опыте были взяты необработанные в электрическом импульсном разряде лугово-серозёмный тип почвы (450 г) и сорт пшеницы Безостая-1 (20 г). Эксперимент длился 25 дней, результаты регистрировались ежедневно (рис. 1, табл. 1).



Рис. 1. Результаты опытов на необработанном в электрическом импульсном разряде лугово-серозёмном типе почвы и пшенице сорта Безостой-1, полученные до и на 25-й день эксперимента

Эксперимент № 2 – в опыте использовали необработанные в электрическом импульсном разряде: лугово-сероземную почву(450 г), пшеницу сорта Безостая-1 (20 г) и измельченную шелуху Tamarix 2 г (фото 2, табл. 1).



Рис. 2. Результаты опытов на необработанном в электрическом импульсном разряде лугово-серозёмном типе почвы, пшенице сорта Безостая-1 и измельченной шелухе Tamarix, полученные до и на 25 -й день эксперимента

Таблица 1. Результаты опытов, проведенных на необработанной пшенице сорта Безостая-1 (20 г), посаженной на лугово-серозёмном типе почвы (450 г) с добавлением измельченной шелухи Tamarix (2 г)

Дата	Номер опыта	Полив	Рост, см	Результаты опытов
01.07.2022	№1	01.07.2022	–	–
01.07.2022	№2	01.07.2022	–	–
04.07.2022	№1	04.07.2022	0,5	Разбросанное прорастание
04.07.2022	№2	04.07.2022	1	Разбросанное прорастание
05.07.2022	№1	05.07.2022	2	Разбросанное прорастание
05.07.2022	№2	05.07.2022	2,8	Тесное прорастание
06.07.2022	№1		4	
06.07.2022	№2		7	
07.07.2022	№1		8	
07.07.2022	№2		12	
08.07.2022	№1	08.07.2022	13	
08.07.2022	№2	08.07.2022	14	
13.07.2022	№1	13.07.2022	21	
13.07.2022	№2	13.07.2022	17	
14.07.2022	№1	14.07.2022	22	
14.07.2022	№2	14.07.2022	18	
15.07.2022	№1		22	
15.07.2022	№2		18	
18.07.2022	№1	18.07.2022	22	
18.07.2022	№2	18.07.2022	22	
20.07.2022	№1	20.07.2022	22	Пожелтение
20.07.2022	№2	20.07.2022	22	Пожелтение
25.07.2022	№1	-	22	Пожелтение
25.07.2022	№2	-	22	Пожелтение

Анализ экспериментов №1 и №2.

Как показали результаты экспериментов, на необработанном лугово-серозёмном типе почвы всходы пшеницы сорта Безостая-1 начались через 3 дня, всходы были редкие, высотой 0,5 см (опыт №1).

На необработанном лугово-серозёмном типе почвы с добавлением измельченной шелухи Tamarix всходы пшеницы сорта Безостая-1 начинались через 3 дня, всходы были редкие, высотой 1 см (опыт №2).

В обоих экспериментах прорастание продолжалось быстро, но рост в высоту был более быстрым при добавлении измельченной шелухи Tamarix и через 25 дней урожай в обоих опытах достиг высоты 22 см.

Эксперимент №3 – в лугово-сероземную почву 450 гр добавили измельченную шелуху Tamarix 2гр обработанную в электрическом импульсном разряде и посадили пшеницу сорта Безостой-1 20 гр, активированную в электрическом импульсном газовом разряде. Напряжение импульсного газового разряда $U=10$ kv, время обработки $t=3$ min, (фото 3, табл. 2).



Рис. 3. Результаты опытов на лугово-серозёмном типе почвы с добавлением измельченной шелухи Tamarix, обработанной в электрическом импульсном разряде и посаженной пшеницей сорта Безостая-1, активированной в электрическом импульсном газовом разряде ($U=10$ kv, $t=3$ min), полученные до и на 25-й день эксперимента

Эксперимент №4 – в лугово-сероземную почву 450 г добавили измельченную шелуху Tamarix 2 г, обработанную в электрическом импульсном разряде и посадили пшеницу сорта Безостая-1 20 г,

активированную в электрическом импульсном газовом разряде. Напряжение импульсного газового разряда $U=10$ kv, время обработки $t=6$ min, (фото 4, табл. 2).



Рис. 4. Результаты опытов на лугово-серозёмном типе почвы с добавлением измельченной шелухи Tamarix, обработанной в электрическом импульсном разряде и посаженной пшеницей сорта Безостая-1, активированной в электрическом импульсном газовом разряде ($U=10$ kv, $t=6$ min), полученные до и на 25 -й день эксперимента

Таблица 2. Результаты опытов, проведенных на обработанной в электрическом импульсном разряде пшенице сорта Безостой-1 (20 г), посаженной на Лугово-серозёмного типа почве (450 г) с добавлением в виде удобрения измельченной шелухи Tamarix (2 г), активированной воздействием импульсного разряда

Дата	Номер опыта	Напряжение активации, кВ	Время активации, мин	Полив	Рост, см	Результаты опытов
05.07.2022	№3	10	3	Полив	–	–
05.07.2022	№4	10	6	Полив	–	–
06.07.2022	№3	10	3	Полив	–	–
06.07.2022	№4	10	6	Полив	–	–
07.07.2022	№3	10	3		–	–
07.07.2022	№4	10	6		–	–
08.07.2022	№3	10	3	Полив	Слегка прорастание	Слегка прорастание
08.07.2022	№4	10	6	Полив	Слегка прорастание	Слегка прорастание
13.07.2022	№3	10	3	Полив	2	Слегка прорастание
13.07.2022	№4	10	3	Полив	3	Слегка прорастание
14.07.2022	№3	10	3		6	Развитие ускорилось
14.07.2022	№4	10	6		8	Развитие ускорилось
15.07.2022	№3	10	3	Полив	17	Плотное прорастание
15.07.2022	№4	10	3	Полив	20	Плотное прорастание
18.07.2022	№3	10	3		20	Плотное прорастание
18.07.2022	№4	10	6		21	Плотное прорастание
20.07.2022	№3	10	3	Полив	20	стабильный
20.07.2022	№4	10	3	Полив	21	стабильный
21.07.2022	№3	10	3	Полив	20	стабильный
21.07.2022	№4	10	6	Полив	22	стабильный
25.07.2022	№3	10	3	Полив	20	стабильный
25.07.2022	№4	10	6	Полив	22	плотный, пухлый, зеленый

Анализ экспериментов №3 и №4.

Как показали результаты экспериментов № 3, на лугово-серозёмном типе почвы с добавлением измельченной шелухи Tamarix, обработанной в электрическом импульсном разряде и посаженной пшеницей сорта Безостая-1, активированной в электрическом импульсном газовом разряде $U=10$ kv, время обработки $t=3$ min, всходы пшеницы сорта Безостая-1 начались через 4 дня и на 21 день были высотой 20 см.

На лугово-серозёмном типе почвы с добавлением измельченной шелухи Tamarix, обработанной в электрическом импульсном разряде и посаженной пшеницей сорта Безостая-1, активированной в электрическом импульсном газовом разряде $U=10$ kv, время обработки $t=6$ min (эксперимент №4), всходы пшеницы сорта Безостой-1 начались через 4 дня и на 21 день были высотой 22 см.

Таким образом, как показывает анализ табл. 2, обработка измельченной шелухи Tamarix, которую добавляют в почву в виде удобрения и пшеницы сорта Безостая-1 в электрическом импульсном газовом разряде напряжением $U=10$ kv и времени воздействия разряда $t=6$ min, показал качественный результат. За счет увеличения времени обработки до $t=6$ min, но при постоянном напряжении $U=10$ kv был получен высокий и плотный рост пшеницы. Определено, что продуктивность растения определяется не его ростом, а плотностью и полнотой первоначального выхода.

Можно предположить, что добавление в виде удобрения в почву измельченной шелухи Tamarix, обработанной в импульсном газовом разряде напряжением $U=10$ kv оказывает стимулирующее воздействие на всход и рост пшеницы. В тоже самое время за счет воздействия электрического импульсного газового разряда увеличивается продуктивность посева, активация приводит к здоровому и

полноценному развитию непосредственно самого зародыша семян злаков. Также это хорошо сказывается и на продуктивности посева.

Таким образом, активация семян злаковых растений с помощью высоковольтного электрического импульсного газового разряда закладывает основу для получения высокой продуктивности при возделывании зерна инновационным способом. Это можно объяснить результатом воздействия электрического поля импульсного газового разряда на интенсификацию обменных процессов в опытных образцах семян пшеницы, обезвреживанием имеющихся вокруг слоев вредных микроорганизмов.

Использование в виде удобрения в почву активированной в электрическом импульсном газовом разряде измельченной шелухи Tamarix также способствует увеличению продуктивности посева злаковых.

Полученные результаты экспериментов подтверждают, что представленная электротехнология, основанная на воздействии электрических импульсных газовых разрядов, может быть успешно использована как с точки зрения энергоэффективности, так и экологической безопасности, для обеспечения безвредности предпосадочного процесса семян пшеницы и наружных слоев пшеницы от различных вредных микроорганизмов и более эффективного развития в течение вегетационного периода.

Заключение

Экспериментальным методом изучено влияние импульсного газового разряда на опытные образцы семян пшеницы в направлении обезвреживания семян злаковых растений от различных патогенных микроорганизмов и определен оптимальный режим.

Исследовано влияние сильного электрического поля и газового разряда на различные биологические структуры опытных образцов семян злаков.

Выявлено, что использование в виде удобрения в почву активированной в электрическом импульсном газовом разряде измельченной шелухи Tamarix также способствует увеличению продуктивности посева злаковых.

На основании полученных результатов предлагается разработать энергоэффективную и экологически безопасную электротехнологию, подходящую для объекта исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Elşad Qurbanov. Ali bitkilərin sistematikası, Bakı, 2009. Vikipediya <https://az.wikipedia.org>.
2. İncəyarpaq yulğun (lat. Tamarix) - Vikipediya <https://az.wikipedia.org/wiki/www.gubre.azhttps://gubre.az>.
3. Quraqlığa və şoranlığa davamlı yulğun kolu - Azərbaycan Dövlət İnformasiya Agentliyi <https://02.11.2019//azertag.az> xəber; <https://news.milli.az>.
4. Nurəddin Əliyev. Azərbaycanın dərman bitkiləri və fitoterapiya. Bakı, Elm, 1998.
5. Tofiq Məmmədov, Elman İsgəndər, Tariyel Talibov. Azərbaycanın nadir ağac və kol bitkiləri. Bakı: Elm, 2014, 380 səh.
6. Важов, В. Ф. Техника высоких напряжений, курс лекций для бакалавров, «Электроэнергетика» / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович, С. А. Лопаткин. – Томск, 2006 г.
7. Гурьянов, А. М. Опыт изучения воздействия электрофизических факторов на урожайность зерновых культур / А. М. Гурьянов, А. А. Артемьев, А. А. Моисеев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2013. – № 2 (33).
8. Использование слабого электрического поля для предпосевной обработки семян. Значение электростимуляции семян в повышении продуктивности полевых культур, <https://ozlib.com/agro> primeneniye_elektricheskogo.
9. Антиоксидантная активность экстрактов TAMARIX RAMOSISSIMA LEDEB, произрастающего в аридных условиях Астраханской области / Л. Т. Пилипенко [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2017. – № 2(часть2). – С. 218–221.
10. Пичугина, М. Т. Высоковольтная электротехника: учебное пособие / М. Т. Пичугина. – Томск, 2011.
11. Рубцова, Е. И. Параметры импульсного электрического поля и режимы обработки семян сои в технологическом процессе улучшения ее посевных качеств / Е. И. Рубцова. – Ставрополь, 2007.
12. Соколова Н. В. Фитотерапевт. Полезные свойства, применение и выращивание тамарикса / Н. В. Соколова. – Режим доступа: AyZdorov.ru 2009-2022 https://www.ayzdorov.ru/tvtravnik_tamariks.php
13. Химический состав солей выделяемых тамариксом (tamarix ramosissima), произрастающим в условиях различного засоления почв / Е. В. Шуйская [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. – 2016. – Вып. 82.