

DOI: 10.24411/2309-348X-2020-11186

УДК 631.52: 635.655

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СЕМЯН КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ СОИ *GLYCINE MAX* (L.) MERR., ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И БЕЗ ОРОШЕНИЯ ЮГО-ВОСТОКА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Р.С. ЕРЖЕБАЕВА**, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0003-4585-8505  
**С.В. ДИДОРЕНКО**, кандидат биологических наук, ORCID ID 0000-0002-2223-0718  
**А.И. АБУГАЛИЕВА**, доктор биологических наук, ORCID ID 0000-0002-9219-3625  
**А.В. АГЕЕНКО**, доктор PhD, ORCID ID 0000-0003-3829-9629

ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И РАСТЕНИЕВОДСТВА», РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН  
E-mail: raushan\_2008@mail.ru

*Соя (Glycine max (L.) Merr) важнейшая белково-масличная культура мирового значения. Благодаря уникальному химическому составу ее семян, которые содержат 30-52% полноценного белка, сбалансированного по аминокислотам, 17-27% жира, около 20% углеводов она является культурой многоцелевого использования. Стресс от засухи является основным фактором окружающей среды, лимитирующим урожайность и качество семян сои во всем мире. В данном исследовании изучено качество семян 66 сортов коллекции сои в условиях юго-востока Республики Казахстан на двух контрастных фонах: орошение и без орошения. Установлено, что в условиях юго-востока Казахстана при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с повышенным содержанием протеина (42,4%) по сравнению с опытом на орошении (40,1%) при уровне значимости 0,0000006. Зафиксировано, что при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с пониженным содержанием масла (19,2%) по сравнению с опытом на орошении (19,9%) с уровнем значимости 0,05. Для селекции на качество семян из коллекционных образцов сои выделены источники по содержанию протеина (не менее 40,5%) и масла (не менее 21%) 11 образцов с высокими значениями обоих признаков, 4 образца высокой белковости (не менее 45%) и 5 образцов высокой масличности (не менее 21,5%).*

**Ключевые слова:** соя, коллекция, качество семян, орошение, без орошения, протеин, содержание жира.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF SEED QUALITY BETWEEN IRRIGATED AND NON-IRRIGATED TREATMENTS OF THE *GLYCINE MAX* (L.) MERR. CULTIVAR COLLECTION SAMPLES IN CLIMATE OF SOUTHEASTERN KAZAKHSTAN**

**R.S. Yerzhebayeva**, ORCID ID 0000-0003-4585-8505, raushan\_2008@mail.ru, **S.V. Didorenko**, ORCID ID 0000-0002-2223-0718, svetl\_did@mail.ru, **A.I. Abugalieva**, ORCID ID 0000-0002-9219-3625, kiz\_abugalieva@mail.ru, **A.V. Ageyenko**, ORCID ID 0000-0003-3829-9629, ageenko\_viktor@inbox.ru

LLP «KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT GROWING»,  
Almalybak village, Republic of Kazakhstan

**Abstract:** Soybean (*Glycine max* (L.) Merr) is a protein and oil-bearing crop of global importance. Due to the unique chemical composition of its seeds, containing 30-52% of essential proteins, 17-27% of fats, about 20% of carbohydrates, it has a wide array of uses. Drought-induced stress is the main environmental factor limiting the yield and seed quality of soybean worldwide. Current research has studied the seed quality of 66 soybean collection cultivars grown in

*southeastern Kazakhstan on two contrasting backgrounds: with irrigation and without irrigation. It was established that in climatic conditions of southeastern Kazakhstan the non-irrigated collection samples produced seeds with higher protein content (42.4%) compared to the irrigated plants (40.1%), with level of significance of 0,0000006; it was also shown that in plants without irrigation the seeds contained less oil (19.2%) compared to the irrigated samples (19.9%), with level of significance of 0.05. Four samples with high protein (no less than 45%), five samples with high oil (no less than 21.5%) and eleven samples with concurrently high protein (no less than 40.5%) and oil (no less than 21%) content were selected as sources for breeding for seed quality.*

**Keywords:** soybean, collection, seed quality, irrigation, non-irrigated, protein, oil content.

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) считается одной из основных масличных культур в мире, обеспечивающей производство растительным белком и маслом хорошего качества [1, 2]. Известно, что абиотические стрессы во время репродуктивных фаз сои (R2-R6) могут снизить количество, жизнеспособность и энергию прорастания семян и изменить их химический состав [3-5]. Засуха является наиболее значимым лимитирующим фактором, снижающим содержание белка в семенах сои [3, 4]. Исследователи отмечают, что качество семян в основном снижается от воздействия засухи на стадии налива семян [4, 5].

В Казахстане соя в основном используется для получения масла и высокопротеинового жмыха, шрота, которые применяются в виде кормов для птиц и животных. Казахстан ежегодно наращивает площади посевов сои (2018 год – 126 тыс. га, 2019 год – 139,5 тыс. га (<https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/>) и намерен довести их к 2021 году до 206 тыс. га, что в 3 раза больше, чем 10 лет назад. Основная доля площадей сои приходится на Алматинскую – 83%, Восточно-Казахстанскую – 9,4% и Костанайскую – 3,9% области. В условиях Алматинской области сою возделывают на орошении, а в Костанайской и Восточно-Казахстанской областях без орошения. Сильно выраженная континентальность климата Казахстана, разные природно-климатические зоны обуславливают повышенные требования к возделываемым сортам. Для указанных зон необходимы сорта сои разных групп спелости, устойчивые к повышенным и пониженным температурам, высокопродуктивные с высоким содержанием белка и жира в семенах. Для развития селекции и создания высокопродуктивных отечественных сортов сои с высоким качеством семян данной культуры необходимо обогащение генофонда, его изучение и выделение источников и доноров хозяйственно ценных признаков.

Изучение влияния такого фактора как недостаточное водообеспечение сои на параметры качества семян и выделение из коллекции сортов, не снижающих качество семян при засухе является актуальным.

**Цель данного исследования** состояла в том, чтобы охарактеризовать содержание белка и масла семян сои, выращенных в условиях юго-востока Казахстана без орошения и на орошении и выделить из коллекции образцы с высоким качеством семян.

**Научная новизна.** Впервые в условиях юго-востока РК изучена мировая коллекция сои по качеству зерна в контрастных условиях орошения и засушливости. Выделены источники с высоким содержанием протеина и сырого жира как на орошении, так без орошения.

#### **Материал и методика исследований**

Материалом исследований служили 66 сортов коллекции сои (*Glycine max* L.) отечественной и зарубежной селекции из 15 стран мира. В коллекцию вошли засухоустойчивые образцы, подобранные по литературным источникам и выписанные из мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова. 80% образцов поступило из U.S. National Plant Germplasm. Изучаемый коллекционный материал в зависимости от созревания при наборе определенного количества положительных температур был разбит на 6 групп спелости (00 – скороспелая, 0 – раннеспелая, I – среднеранняя, II – среднеспелая, III – среднепоздняя, IV – позднеспелая).

Коллекционные сортообразцы сои изучались в течение двух лет (2018-2019 гг.) на двух научных полевых стационарах Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР)

– орошаемый и не поливной участок (засушник). Делянки при изучении коллекции размером 1 погонный метр, по 25 семян. Посев рендомизированный в трехкратной повторности [6]. Вегетационные поливы на поливном стационаре осуществлялись трижды (в третьей декаде июня, второй декаде июля и второй декаде августа). На засушнике полив не производился.

Анализ содержания протеина проводили методом БИК – спектроскопии на приборе FOSS Infratec 1241, откалиброванном по стандартному методу Къельдаля (ГОСТ 10846-91).

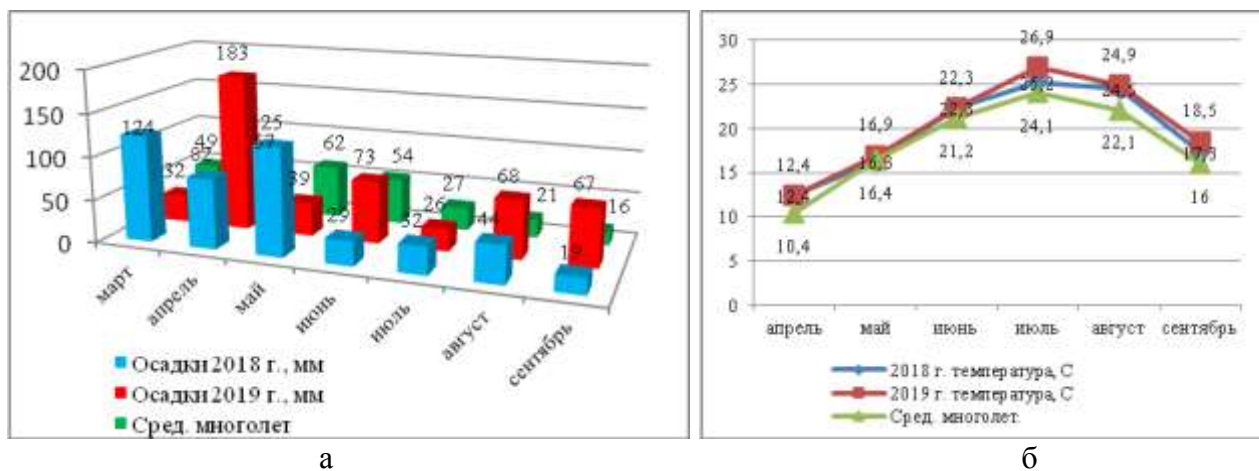
Анализ содержания сырого жира в семенах сои проводили методом БИК – спектроскопии на приборе FOSS Infratec 1241, откалиброванном по стандартному методу Сокслета (ГОСТ 10857-96).

Статистический анализ выполнен с использованием программы *Statistica 10 (Портативная версия)*. Проведен однофакторный дисперсионный анализ – Analysis of Variance (ANOVA). Для наглядного изображения основных характеристик выборки использован Box Plot – Whiskers.

Среднее значение ( $\bar{X}$ ) и стандартное отклонение ( $\sigma$ ) были вычислены с использованием программы Excel.

### Результаты исследований

**Метеорологические условия** периода исследований фиксировались метеостанцией КазНИИЗиР. За вегетационный период сои 2018 года апрель-сентябрь месяцы выпало 330 мм осадков, при средней многолетней 235,7 мм (рисунок 1а). Максимальное количество осадков пришлось на весенний период апрель-май месяцы 2018 года (206,5 мм осадков), что на 88,4 мм превышает уровень среднемноголетних осадков (118,1 мм). Июнь-сентябрь месяцы характеризовались как засушливые, за этот период выпало 123,4 мм осадков (32 мм, 44 мм, 19 мм соответственно).



а – осадки; б – среднесуточная температура

Рис. 1. Гидротермическое обеспечение вегетационного периода сои, 2018-2019 гг.

За вегетационный период сои 2019 года (апрель-сентябрь) выпало 456 мм осадков, при средней многолетней 235,7 мм. Максимальное количество осадков пришлось на весенний период апрель месяц 183 мм. Май месяц был очень засушливым в течение которого выпало всего 39,3 мм осадков, что ниже среднего многолетнего показателя на 22 мм. За летний период июнь-август выпало 166 мм осадков (73 мм, 26 мм, 68 мм соответственно).

По температурному режиму все весенние и летние месяцы 2018-2019 гг. характеризовались положительным температурным балансом, находящимся на уровне средней многолетней (рис. 1 б).

**Протеин.** Белковость является количественным признаком, для которого характерны полигенное наследование и высокая чувствительность к изменениям условий среды, которые часто превышают влияние генотипа [7]. В условиях благоприятной влажности сорта сои полностью обеспечивают себя биологически фиксированным азотом воздуха и поэтому

могут реализовать свой генетический потенциал – содержание белка в семенах повышается до 48% [8].

В условиях Алматинской области проведена оценка качества семян 66 изучаемых коллекционных образцов сои (6 групп спелости) по содержанию протеина и жира на двух контрастных фонах возделывания (орошение, без орошения). По результатам исследований установлено, что содержание протеина в разных группах спелости сои составило 39,8-44,0% на орошении и 41,8-44,2% без орошения (таблица 1). Отмечено, что среднее значение содержания протеина в семенах сои, выращенных без орошения (42,4%) было выше, чем в семенах сои, выращенных на орошении (40,1%). Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил значимые различия на уровне 0,0000006 (табл. 2). Установлено, что наиболее высокие показатели протеина были зафиксированы у образцов 00 группы спелости и разница между значениями на орошении (44,0%) и без орошения (44,2%) была незначительной. Наиболее значимые различия между значениями по содержанию протеина в семенах сои были отмечены у образцов второй группы спелости (рис. 2). Содержание белка в семенах выращенных на засушливке были выше значений на орошении на 7,3%. Налив семян данной группы приходится на конец июля и начало августа, данный период на юго-востоке РК характеризуется как засушливый.

Таблица 1

**Результаты оценки качества семян сои, выращенных в условиях орошения и без орошения, данные 2018-2019 гг. ( $\bar{X} \pm \sigma$ ), %**

Наименование	Орошение		Без орошения	
	Протеин	Жир	Протеин	Жир
<b>00 группа спелости</b>				
Соер 345	43,7±1,54	20,2±0,77	43,6±0,09	19,9±0,88
Mapleamber	45,0±1,25	21,1±1,20	44,8±1,13	20,6±0,59
Гармония	42,5±0,34	20,3±0,37	43,7±1,08	20,4±0,16
Красивая мечта	43,9±0,73	20,9±0,25	44,1±1,53	21,1±0,45
Fiskeby 4	43,8±0,01	18,8±0,16	42,2±0,43	20,4±0,54
Gessenska	45,5±0,45	17,7±0,45	46,6±0,16	18,5±0,37
$\bar{X} \pm \sigma$	<b>44,0±1,0</b>	<b>19,8±1,3</b>	<b>44,2±1,3</b>	<b>20,2±0,8</b>
<b>0 группа спелости</b>				
Магева	42,7±2,97	21,1±1,16	43,5±3,44	21,1±2,58
Янтарная	42,1±0,67	21,2±0,46	45,2±0,61	20,4±0,03
Устя	44,7±1,35	21,2±0,22	45,2±1,82	21,5±0,77
Припять	43,7±0,84	21,2±0,11	44,4±1,42	21,2±0,34
Спритна	41,0±1,20	20,0±0,46	43,4±1,70	19,5±1,41
Танаис	41,0±1,10	19,6±1,25	42,9±0,33	20,0±0,28
$\bar{X} \pm \sigma$	<b>42,5±1,4</b>	<b>20,7±0,6</b>	<b>44,1±0,9</b>	<b>20,6±0,7</b>
<b>I группа спелости</b>				
Maplearrow	38,4±0,29	23,2±0,29	40,7±0,95	22,3±0,69
Xinjiang heihe 38	40,5±0,30	21,1±0,50	42,2±0,12	20,7±0,64
Черемош	42,3±0,23	21,6±0,17	44,8±0,25	20,7±0,27
Десна	38,7±0,01	22,6±0,04	41,9±0,28	22,0±1,12
Цзи-ти 4	39,5±0,18	21,3±1,37	42,3±3,04	19,7±2,69
$\bar{X} \pm \sigma$	<b>39,8 ±1,4</b>	<b>21,9±0,8</b>	<b>42,4±1,4</b>	<b>21,1±0,9</b>
<b>II группа спелости</b>				
Память ЮГК	40,1±0,67	21,7±0,14	40,8±0,33	21,2±0,48
Xinjiang D11-252	37,7±0,49	23,0±0,10	41,4±0,09	21,0±0,81

Продолжение табл. 1

Xinjiang D10-130	38,8±0,17	21,2±0,33	43,3±0,61	19,7±0,38
Xinjiang D10-135	39,8±0,44	20,6±0,26	42,4±0,90	20,1±0,75
Вилана	40,5±0,06	21,5±0,02	42,7±0,65	20,9±0,98
Zen	39,4±0,51	22,4±0,37	41,8±1,57	20,5±2,15
Жансая	38,9±0,93	22,3±0,11	41,8±1,49	21,3±0,31
Селекта 302	35,7±1,03	24,8±0,01	38,4±1,68	24,0±1,06
Букурия	36,8±1,60	22,1±0,47	39,6±0,84	21,0±0,28
Гибридная 670	38,0±0,52	23,5±0,00	42,2±1,60	21,8±1,13
Славия	37,4±0,84	22,2±0,54	41,3±1,33	21,8±1,43
Кыз-шуан	42,8±0,52	19,9±0,00	47,1±1,30	17,9±1,35
Сомет	40,3±0,00	21,4±0,09	43,7±3,87	19,2±2,45
Grignon 5	41,7±0,86	19,7±0,03	43,6±0,41	20,2±0,12
Скытнея	41,3±0,01	21,4±0,34	43,2±1,05	21,3±1,31
$\bar{X} \pm \sigma$	39,3±1,9	21,8±1,3	42,2±1,9	20,8±1,3
III группа спелости				
Sponsor	38,1±0,96	22,0±0,76	40,8±1,33	21,0±0,21
Ситора	40,7±0,25	19,3±0,41	43,6±0,90	18,1±0,92
Sousei	42,3±1,99	17,1±2,19	44,3±2,27	15,4±0,60
Nin zhen No. 1	43,5±0,96	18,2±1,44	44,2±1,31	17,4±0,65
Huang ke	39,3±0,35	18,0±0,14	42,4±1,40	17,5±0,66
ZDD00403	39,0±0,35	16,7±1,82	39,3±0,12	18,1±1,22
Jilin No. 10	38,3±1,11	20,7±1,49	39,4±0,25	20,0±1,43
$\bar{X} \pm \sigma$	<b>40,2±1,8</b>	<b>18,7±1,8</b>	<b>41,8±1,9</b>	<b>18,2±1,7</b>
IV группа спелости				
Axagara	39,3±2,62	18,1±4,79	41,0±2,20	17,4±1,35
Колхида 4	38,0±0,10	18,6±0,48	39,8±0,25	18,2±0,23
Nhat 10	40,4±2,15	16,0±0,55	42,1±1,78	14,8±0,11
S-62	42,6±1,16	20,6±3,40	45,7±0,41	18,4±1,13
Gong jiao 6308-1	38,6±1,01	19,6±0,39	41,8±1,54	19,0±0,13
Huang bao zhu	38,9±0,80	18,8±1,81	41,4±3,40	19,5±2,47
DV-254	40,0±1,17	19,6±1,27	39,0±2,78	21,0±2,27
An'da	38,5±0,10	20,1±0,63	41,2±1,38	19,5±0,24
KSHI 713	40,0±1,79	20,5±3,77	41,7±0,24	19,2±1,05
VYTKA 2	40,0±3,42	20,6±2,54	41,7±0,70	17,2±3,23
Wase Eda Mame	36,7±0,28	19,2±1,07	37,5±3,26	20,0±1,15
Kaigen Shirobana	37,1±0,00	20,1±0,71	39,8±0,34	19,8±0,19
Maruba daizu	45,4±6,97	17,3±2,02	57,6±23,86	15,9±1,15
Y-48	37,1±0,80	20,2±1,92	38,9±0,95	20,3±1,77
Shiheigo Kuroheso	38,9±0,04	18,8±0,97	40,4±0,45	19,5±1,30
Mizukuguri	39,5±0,33	18,6±1,92	42,5±1,32	17,7±1,22
5695	37,1±0,06	19,4±0,12	40,6±1,22	16,4±2,47
Hakuchuta	37,9±0,25	18,5±0,61	39,8±1,23	18,0±1,65
7204	38,7±0,44	17,5±0,10	43,3±1,12	16,6±1,09
6575	39,9±1,64	18,3±1,83	41,8±0,57	17,6±0,04
Ichiyo Gawari	40,2±2,34	18,4±3,94	40,6±0,78	16,8±1,25

Окончание табл.1

Kimusume-Sai-I-go	38,7±0,10	17,9±1,57	40,5±0,02	17,9±1,64
Fuji No. 4	39,1±2,00	19,1±3,83	41,4±0,39	18,4±2,52
Kinusume	39,3±1,42	17,2±2,34	41,3±1,28	17,3±0,71
P'ing ting hsiang	39,0±0,91	17,0±0,06	39,7±1,26	17,0±1,92
Tun san bai can ker	39,7±1,00	16,4±1,10	45,3±5,08	15,0±2,37
Hakka zashi	39,2±0,02	19,0±0,00	41,6±0,86	17,6±2,81
Pulaska Zolta Wczesna	41,1±1,91	15,7±1,14	43,4±1,57	15,7±0,51
Qing da dou	40,4±3,28	18,9±2,75	43,6±0,22	18,0±0,64
$\bar{X} \pm \sigma$	39,4±1,7	18,6±1,3	41,9±3,4	17,9±1,5
<b>Среднее значение</b>	<b>40,1</b>	<b>19,9</b>	<b>42,4</b>	<b>19,2</b>

Таблица 2

**Однофакторный дисперсионный анализ**

Признак	Средний квадрат (MS эффект)	Степени свободы (df)	F - критерий	P - уровень
Протеин	172,35	1	27,38	0,0000006
Масло	14,04	1	3,7	0,05

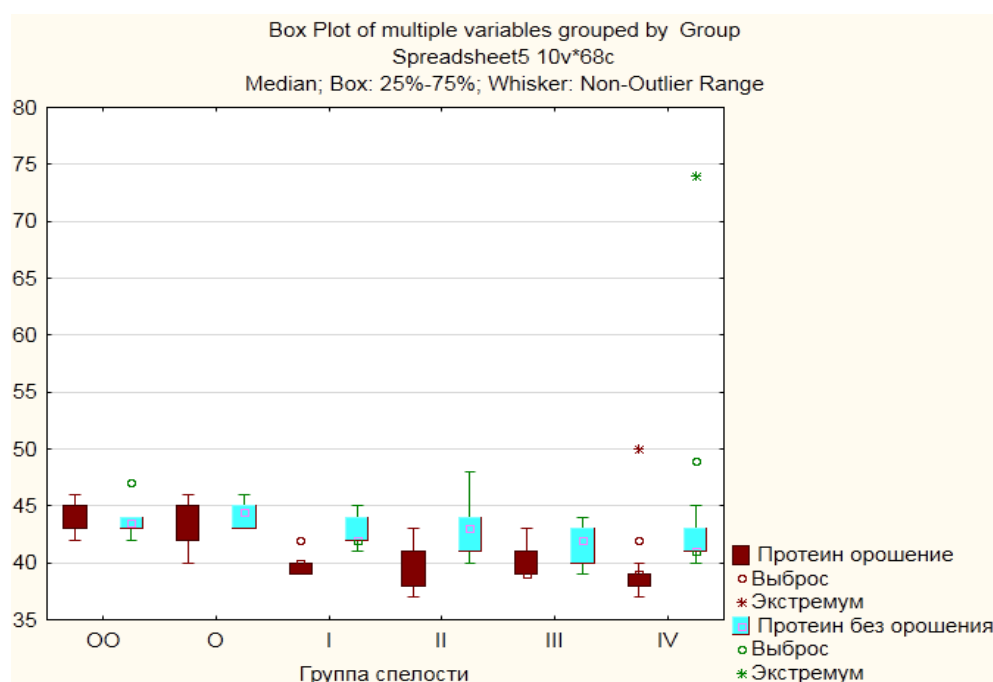


Рис.2. Сравнительный анализ содержания протеина коллекционных образцов сои в контрастных условиях (орошение и без орошения)

Полученные данные согласуются с данными Dornbos, D.L., Mullen, R.E. [9], которые так же показали, что по мере увеличения стресса от засухи, измеряемого по дням накопления степени стресса, содержание белка возрастало линейно. Описаны исследования, когда растения в условиях засухи увеличивали содержание белка на 2-23% по сравнению с растениями, выращенными в условиях достаточного увлажнения [10]. При этом опубликовано много данных, когда нехватка влаги приводила к низкому накоплению белка в семенах [11, 12]. Различные колебания по изменению содержания масла и протеина в результатах исследований обусловлены по мнению ученых временем и интенсивностью стресса от засухи на разных этапах [13].

По результатам исследований из коллекции выделены образцы с очень высокими показателями содержания протеина на засушнике: Maruba daizu – 57,6%, Gessenska – 46,6%, Устя – 45,2%, S-62 – 45,7%.

**Содержание сырого жира (масла).** Стресс от засухи в зонах неполивного земледелия приходится на летний период (июль-август), этот период является критическим периодом для сои и выпадает на фазу формирования и налива семян, что снижает содержание масла в семенах. В наших исследованиях отмечено сниженное содержание масла в семенах образцов, выращенных на засушнике (19,2%), в отличие от орошения (19,9%), таблица 1. Дисперсионный анализ показал значимую разницу между средними значениями двух групп на уровне  $P \leq 0,05$ , таблица 2. Данные согласуются с исследованиями Dornbos and Mullen [9], Smiciklas K. с соавторами [14], которые так же показали снижения содержания масла сои при стрессе засухи.

Исследования содержания масла в разрезе разных групп спелости показали, что содержание масла в семенах, выращенных на участке без орошения ниже значений поливного участка по всем группам спелости за исключением 00 группы. Это видимо связано с тем, что формирование и налив семян данной группы спелости прошел до наступления периода почвенной и атмосферной засухи. Наиболее значимые различия между значениями по содержанию масла в семенах сои были отмечены у образцов второй группы спелости (рис. 3). Содержание масла образцов сои выращенных на засушнике были ниже значений на орошении на 4,6%.

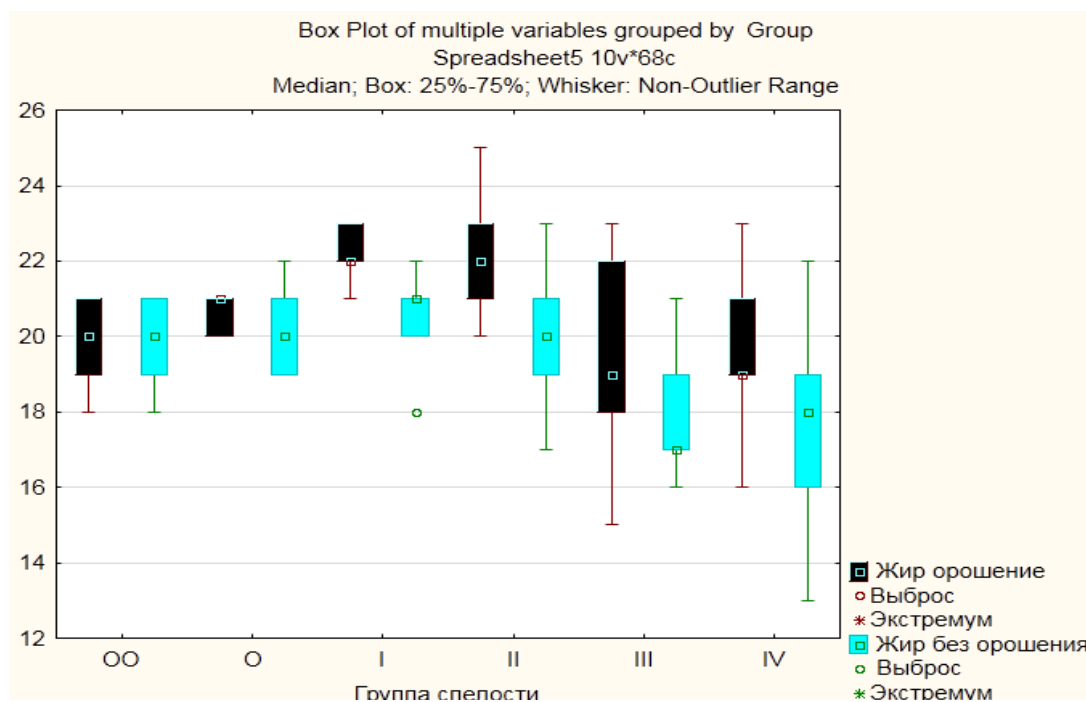


Рис. 3. Сравнительный анализ содержания масла коллекционных образцов сои в контрастных условиях (орошение и без орошения)

Выделены образцы с высокими показателями содержания масла на засушнике: Селекта 302 – 24,0%, Maplearrow – 22,3%, Десна – 22,0%, Гибридная 670 – 21,8%, Славия – 21,8%.

#### Заключение

На основании оценки качества семян 66 коллекционных образцов сои по содержанию протеина не менее 40,5% и масла не менее 21% выделены 11 образцов с высокими значениями обоих признаков, выращенных без орошения: Красивая мечта, Устя, Припять, Maplearrow, Десна, Память ЮКГ, Xinjiang D11-252, Гибридная 670, Славия, Скытнея и Sponsor.

В условиях недостаточного водообеспечения по высокому содержанию протеина выделены 4 образца: Maruba daizu - 57,6%, Gessenska – 46,6%, Устя – 45,2%, S-62 – 45,7%; по высокому содержанию масла в семенах 5 образцов: Селекта 302, Maplearrow, Десна, Гибридная 670, Славия. Данные образцы будут использованы в селекции в качестве родительских форм как источники высокой белковости и масличности.

Установлено, что в условиях юго-востока Казахстана при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с повышенным содержанием протеина (42,4%) по сравнению с опытом на орошении (40,1%).

Зафиксировано, что при отсутствии орошения растения коллекционных образцов сои формировали семена с пониженным содержанием масла (19,2%) по сравнению с опытом на орошении (19,9%).

**Работа выполнена в рамках финансирования Комитета науки МОН РК по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований» проекту ИРН AP05131562 «Поиск и применение фенотипических и молекулярных маркеров для оценки рабочей коллекции и в селекции сои на засухоустойчивость»**

**Благодарности:** благодарим Амангелдиеву А.А., младшего научного сотрудника группы биотехнологии ТОО «КазНИИЗиР» за выполненную статистическую обработку данных.

### Литература

1. Akande, S. R., Taiwo, L. B., Adegbite, A. A., Owolade, O. F. Genotype x environment interaction for soybean grain yield and other reproductive characters in the forest and savanna agro-ecologies of South-west Nigeria // African Journal of Plant Science. – 2009. – Vol. 3(6). – pp. 127-132.
2. El-Mohsen, A. A. A., Mahmoud, G. O., Safina, S. A. Agronomical evaluation of six soybean cultivars using correlation and regression analysis under different irrigation regime conditions // Journal of Plant Breeding and Crop Science. – 2013. – Vol. 5(5). – pp. 91-102. DOI: 10.5897/IPBCS2013.0389.
3. EL Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormus, O., Ahmad, Z., Hussain, S. Islam, M. S., Alharby, H., Bamagoos, A., Kumar, N., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R. S., Abdelhamid, M., WAsaya, A., Hasanuzzaman, M., Sorour, S., Saneoka, H. Effects of drought stress on the quality of major oilseed crops: implications and possible mitigation strategies – a review // Applied ecology and environmental research. – 2018. – Vol.17(2). – pp. 4019-4043 DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_40194043](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_40194043)
4. Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. (2013): Physiological Performance of Soybean Cultivars under Drought Stress // Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences – 2013.- Vol. 2(6). – pp. 38-44.
5. Ghanbari, A. A., Mousavi, S. H., Mousapour Gorgi, A., Rao, I. M. (2013): Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) // Turkish Journal of Field Crops. –2013. – Vol. 18. – pp. 73-77.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. — Изд. 6-е, доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Павловская, Н. Е. Белковый комплекс семян зернобобовых культур и перспективы повышения его качества // Научное обеспечение производства зернобобовых культур: Сб. тр. – Орел, – 2004. – С. 56-66.
8. Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П., Делаев У. А., Беляев Е. В., Тазин И. И., Токбаев М. М. Методы создания сортов сои северного экотипа // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений. – 2006. – № 5. – С. 29-33.
9. Dornbos, D.L., Mullen, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature // *J Am Oil Chem Soc.* – Vol. 69. – pp. 228-231 (1992). DOI: 10.1007/BF02635891
10. Rotundo, J. L., Westgate, M. E. Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean // Crop Science. – 2010. – Vol. 50. – pp. 676-684. Doi: 10.2135/cropsci2009.05. 0240.
11. Озякова Е.Н., Поползухина Н.А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // Омский научный вестник. – 2014. – № 2 (134). – С. 213-217.
12. Омелянюк Л.В., Юсова О.А., Козлова Г.Я., Асанов А.М. Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета – 2013. – № 11 (109). – С. 26-29.



13. Carrera, C., Martinez, M. J., Dardanelli, J., Balzarini, M. Water deficit effect on the relationship between temperatures during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations // *Crop Science*. – 2009. - Vol. 49. – pp. 990-998. Doi: 10.2135/cropsci2008.06.0361
14. Smiciklas, K. D., Mullen, R. E., Carlson, R. E., Knapp, A. D. (1992): Soybean seed quality response drought stress and pod position // *Agronomy Journal*. – 1992. – Vol. 84. pp. 166-170. Doi:10.2134/agronj1992.00021962008400020008x

### References

1. Akande, S. R., Taiwo, L. B., Adegbite, A. A., Owolade, O. F. Genotype x environment interaction for soybean grain yield and other reproductive characters in the forest and savanna agro-ecologies of South-west Nigeria. *African Journal of Plant Science*. 2009. Vol. 3(6). pp. 127-132.
2. El-Mohsen, A. A. A., Mahmoud, G. O., Safina, S. A. (2013): Agronomical evaluation of six soybean cultivars using correlation and regression analysis under different irrigation regime conditions. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2013. Vol. 5(5). pp. 91-102. DOI: 10.5897/JPBCS2013.0389.
3. EL Sabagh, A., Hossain, A., Barutçular, C., Gormus, O., Ahmad, Z., Hussain, S. Islam, M. S., Alharby, H., Bamagoos, A., Kumar, N., Akdeniz, H., Fahad, S., Meena, R. S., Abdelhamid, M., WASaya, A., Hasanuzzaman, M., Sorour, S., Saneoka, H. Effects of drought stress on the quality of major oilseed crops: implications and possible mitigation strategies – a review. *Applied ecology and environmental research*. 2018. Vol. 17(2). pp. 4019-4043 DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_40194043](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_40194043)
4. Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. (2013): Physiological Performance of Soybean Cultivars under Drought Stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* 2013. Vol. 2(6). pp. 38-44.
5. Ghanbari, A. A., Mousavi, S. H., Mousapour Gorgi, A., Rao, I. M. (2013): Effects of water stress on leaves and seeds of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Turkish Journal of Field Crops*. 2013. Vol. 18. pp. 73-77.
6. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy [The methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results]. - Izd. 6-e, dop. i pererab. [6th edition, additional and recycled] - Moscow: *Agropromizdat*, 1985. 351 p. (In Russian)
7. Pavlovskaja, N.E. Belkovyj kompleks semjan zernobobovyh kul'tur i perspektivy povyshenija ego kachestva [Protein complex of seeds of leguminous crops and prospects for improving its quality]. Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovyh kul'tur [Scientific support for the production of leguminous crops]: Proceedings – Orel, 2004. pp. 56-66. (In Russian)
8. Posypanov G. S., Kobozeva T. P., Delaev U. A., Beljaev E. V., Tazin I. I., Tokbaev M. M. Metody sozdaniya sortov soi severnogo jekotipa [Methods for creating soybean varieties of the northern ecotype. Sel'skohozjajstvennaja biologija. Serija: Biologija rastenij [Agricultural Biology. Series: Plant Biology]. 2006. No. 5. pp. 29-33. (In Russian)
9. Dornbos, D.L., Mullen, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. *J Am Oil Chem Soc*. Vol. 69. pp. 228–231 (1992). Doi.org/10.1007/BF02635891
10. Rotundo, J. L., Westgate, M. E. Rate and duration of seed component accumulation in water-stressed soybean. *Crop Science*. 2010. Vol. 50. pp. 676-684. Doi.org/10.2135/cropsci2009.05. 0240.
11. Ozjakova E.N., Popolzuhina N.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna soi v zavisimosti ot dejstvija abioticheskikh faktorov i genotipicheskikh osobennostej [Productivity and quality of soybean grain depending on the action of abiotic factors and genotypic characteristics]. *Omskij nauchnyj vestnik* [Omsk Scientific Herald]. 2014. No.2 (134). pp. 213-217. (In Russian)
12. Omel'janjuk L.V., Jusova O.A., Kozlova G.Ja., Asanov A.M. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov soi v uslovijah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri Productivity and grain quality of soybean varieties in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universitetaju* [Bulletin of the Altai State Agrarian University ] 2013. No 11 (109). pp. 26-29. (In Russian)
13. Carrera, C., Martinez, M. J., Dardanelli, J., Balzarini, M. Water deficit effect on the relationship between temperatures during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations. *Crop Science*. 2009. Vol. 49. pp. 990-998. Doi.org/10.2135/cropsci2008.06.0361
14. Smiciklas, K. D., Mullen, R. E., Carlson, R. E., Knapp, A. D. (1992): Soybean seed quality response drought stress and pod position. *Agronomy Journal*. 1992. Vol. 84. pp. 166-170. Doi.org/10.2134/agronj1992.00021962008400020008x