

## ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Кипшакбаева Г.А.\***, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор  
[guldenkipshakbaeva@bk.ru](mailto:guldenkipshakbaeva@bk.ru), <https://orcid.org/0000-0002-2830-7173>

**Сэбит Д.М.**, магистр сельскохозяйственных наук  
[onlyforworkdns@gmail.com](mailto:onlyforworkdns@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0003-7860-1295>

**Әшірбекова І.Ә.**, магистр сельскохозяйственных наук  
[inkar\\_04.02.1992@mail.ru](mailto:inkar_04.02.1992@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-3716-7843>

**Амантаев Б.О.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор  
[bekzat-abu@mail.ru](mailto:bekzat-abu@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4541-363X>

**Кадринев М.Х.**, PhD  
[m.kadrinov@kazatu.edu.kz](mailto:m.kadrinov@kazatu.edu.kz), <https://orcid.org/0000-0002-2424-200X>

*Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина, г. Астана,  
Казахстан*

**Аннотация.** В статье представлены результаты лабораторной и полевой комплексной оценки засухоустойчивости 98 сортов и линий сои различного происхождения в условиях Северного Казахстана. Основная цель работы – это выявление адаптивных для последующего использования в селекции генотипов сои, устойчивых к осмотическому стрессу. В лабораторных условиях были оценены всхожесть семян, энергия прорастания и морфометрические параметры проростков в растворе сахарозы, которая является осмотиком имитирующем засуху. На основании показателей длины корешков и ростков, а также индексов устойчивости, выделены перспективные образцы с высокой устойчивостью к водному дефициту. В полевых опытах изучены биометрические характеристики растений, фотосинтетическая активность и элементы структуры урожайности. Проведённый корреляционный анализ позволил установить влияние отдельных признаков на продуктивность. В результате были определены образцы сои, сочетающие высокую засухоустойчивость и хозяйственно-ценные признаки. Эти образцы будут рекомендованы к использованию в практической селекции для расширения посевов сои в условиях засушливого климата Северного Казахстана.

**Ключевые слова:** соя, сорт, сахароза, засухоустойчивость, урожайность.

**Введение.** В последние годы в Казахстане государственная политика по диверсификации растениеводства и рациональному использованию сельскохозяйственных земель привело к значительным изменениям в структуре посевных площадей. В связи с этим всё большую значимость приобретает культура с высокой пищевой и кормовой ценностью, хорошей рентабельностью и устойчивым рыночным спросом – соя.

Средняя урожайность сои по мировым оценкам составляет 27,5 ц/га, в то же время в Казахстане данный показатель значительно ниже – 20,3 ц/га, что указывает на необходимость повышения продуктивности культуры. Площадь посевов сои в стране увеличивается: если в 2021 году она составляла 113,3 тыс. га, то уже в 2022 году достигла 128,0 тыс. га, при этом валовой сбор зерна составил 250,4 тыс. тонн. Стратегическая важность сои как одной из приоритетных сельскохозяйственных культур увеличивается благодаря росту посевных площадей и внутреннего потребления [1, 2].

Наиболее часто встречающимся и опасным агрометеорологическим явлением на территории Казахстана являются засуха и возвратные заморозки. По результатам анализа атмосферная и почвенная засуха составляют около 80% всех причин, приведших к потерям урожая в 2005-2010 годы и по сей день. На долю ливневых дождей и града пришлось 14%, заморозков – 2%, переувлажнения почвы – 2%, сильных морозов и ветров — по 1%. Задача расширения посевных площадей сои включает необходимость в выведении сортов, которые адаптированы к различным агроклиматическим зонам. Казахстан расположен на стыке двух континентов – Европы и Азии, между 45 и 87 градусами восточной долготы, 40 и 55

градусами северной широты [3, 4].

Возможность расширения возделывания сои ограничивается отсутствием развитой селекцией сои. Наблюдается нехватка сортов сои, адаптированные к местным специфическим агроклиматическим условиям, включая температурный и водный режим в критические фазы роста [5].

Особенно актуальной становится задача селекции сортов, сочетающих раннеспелость, стабильную урожайность, высокое качество продукции и устойчивость к абиотическим стрессам. В сравнении с технологией возделывания именно климатические условия имеют большее влияние на получение высоких урожаев сои в условиях северного Казахстана. За последние пять лет (за исключением 2024 года) на территории различных регионов Казахстана наблюдались засушливые условия, при этом гидротермический коэффициент (ГТК) нередко опускался ниже 0,39, что соответствует сильной засухе, и редко превышал 0,59, указывая на умеренную засуху. Эти данные подтверждают хронический дефицит влаги, который ограничивает потенциал сои в северных регионах страны [6].

Скрининг морфофизиологических параметров реакции растений является одним из методов ранней диагностики сортов на устойчивость к различным факторам на стадии проростков. Согласно литературным источникам, наиболее эффективным подходом является комплексная оценка морфологических и физиолого-биохимических показателей [7, 8].

Одним из наиболее доступных и широко применяемых методов массовой оценки засухоустойчивости является тестирование всхожести семян и развития проростков в растворах осмотических агентов, которые имитируют водный дефицит. Так, в работе В.П. Петренковой и Е.Ю. Кучеренко была установлена положительная корреляция между способностью семян прорасти в растворе осмотика и полевой устойчивостью растений к засухе [9].

В связи с этим цель настоящего исследования заключалась в оценке физиолого-биохимических показателей засухоустойчивости проростков перспективных образцов сои в условиях осмотического стресса в лабораторных условиях, что позволит выявить наиболее адаптивные к засушливым условиям Северного Казахстана генотипы.

Согласно различным исследованиям, засухоустойчивость является сложным полигенным признаком и зависит от одновременного влияния нескольких физиолого-биохимических механизмов, которые влияют на различные метаболические процессы. Успех селекции растений зависит от целенаправленного отбора и изучения генофонда, что в свою очередь позволяет выделять источники и доноры хозяйственно ценных признаков для использования в различных селекционно-генетических программах по созданию стрессоустойчивых сортов с высоким уровнем урожайности в конкретных условиях.

**Материалы и методы исследования.** Лабораторные исследования проводились на базе селекционного стационара ТОО «НПЦЗХ им.А.И.Бараева» 71°01' в.д., 50°39' с.ш. Объектами исследования служили 98 перспективных сортообразцов сои различного происхождения.

Для закладки полевого стационара использовался предшественник - пар. Обработка почвы была выполнена согласно зональной технологии возделывания сои. В течение вегетации на паровом участке проводилась культивация, культивация с внесением минеральных удобрений в дозе 100 кг/га. Посев питомников проводился в научно-обоснованные сроки посева масличных культур. В качестве стандартных сортов использовали сорта сои Ивушка и Бара, допущенные к использованию в условиях Северного Казахстана.

Закладку полевого опыта проводили по методическим указаниям ВИР [10].

Фенологические наблюдения за ростом и развитием сои – в соответствии с методикой, описанной Fehr W.R. and Caviness C.E. [11].

По каждому образцу отбирали по 25 растений, был проведен анализ по элементам структуры урожая [12].

Высоту растений измеряли переносной рейкой длиной 130 см с точностью до 1 см.

При значениях от 0,5 см и выше округлялись до ближайшего сантиметра. Высота прикрепления нижних бобов определялась путем измерения расстояния от места прикрепления нижнего боба до корневой шейки.

Засухоустойчивость определяли по методике государственного сортоиспытания, в баллах – 5 полная устойчивость.

Для лабораторных опытов были отобраны только здоровые, полноценные семена всхожесть которых составляла не менее 80 %. Перед закладкой опыта семена обеззараживали в 1%-ном растворе перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) в течение 10 минут, далее промывали проточной водой и подсушивали на фильтровальной бумаге.

Проращивание проводилось в чашках Петри по методике Дроздова С.Н. и Удовенко Г.В., имитирующей условия осмотического стресса. Для этого в предварительно промытые и простерилизованные (70% этанол и последующая термическая стерилизация при  $140^\circ\text{C}$  в течение 1–2 часов) чашки помещали фильтровальную бумагу [13].

Раствор с осмотическим давлением 7 атм. был приготовлен согласно расчетам по методике: 8,7 г сахарозы на 100 мл дистиллированной воды. Полученную смесь кипятили в течение 5 минут на слабом огне, так чтобы жидкость не испарялась сильно.

В каждую чашку Петри помещали по 25 семян, опыт закладывался в двукратной повторности. В опытные варианты добавляли по 25 мл раствора сахарозы, а в контрольные – по 20 мл дистиллированной воды. Все чашки помещали в термостат при температуре  $20-21^\circ\text{C}$  на 7 суток. По окончании срока проводился подсчет проросших семян.

К проросшим относили семена, которые образовали корешок минимальной длины, в соответствии с критериями ВИР. Процент прорастания (Р) в условиях осмотического стресса определяли по формуле (1):

$$P = \frac{a}{b} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где:

$a$  – среднее количество проросших семян в растворе сахарозы,

$b$  – среднее количество проросших семян в контроле (дистиллированная вода).

Чем выше процент прорастания в растворе сахарозы, тем выше предполагаемая засухоустойчивость сортообразца.

Также была проведена оценка энергии прорастания и морфометрических показателей проростков, а именно длины корешка и ростка в контрольных и в условиях осмотического стресса. На основе полученных данных рассчитывали индексы длины корня и ростка как отношение соответствующих значений в стрессовых условиях к контрольным. Высокие значения индексов показывают высокую устойчивость образца к засухе.

Согласно с классификацией ВИР, по проценту проросших в растворе сахарозы семян определяли степень засухоустойчивости сортов путем их дифференциации на пять групп устойчивости: неустойчивые – проросло 0-20 %; слабоустойчивые – 21-40 %; среднеустойчивые 41-60 %; с устойчивостью выше средней – 61-80 %; высокоустойчивые – проросло 81-100 %.

Уборку осуществляли по мере наступления уборочной спелости. Расчет уровня урожайности (ц/га) проводили на основе массы семян с делянки после обмолата снопа на ручной молотилке «Wintersteiger LD 350».

Обработку полученных результатов исследований на достоверность осуществляли с использованием многофакторного метода дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и пакета программ Statistica 10. Различия полученных результатов возможны при уровне значимости  $P \leq 0,05$  по критерию Стьюдента.

**Результаты и обсуждение.** Засухоустойчивость сельскохозяйственных культур представляет собой сложный признак. Данный признак формируется в результате совокупности физиологических и морфологических особенностей растений. Устойчивые к засухе сорта обладают способностью выдерживать временный дефицит влаги с минимальными потерями в росте и урожайности. Такая устойчивость обусловлена внутренними физиологическими механизмами, анатомо-морфологическими

характеристиками, и способностью растения эффективно использовать агроклиматические условия для роста и развития в тот или иной период. Наиболее устойчивые к засухе сорта сои проявляют высокую концентрацию осмотически активных веществ, обладают способностью удерживать трудно извлекаемую влагу, показывают высокое осмотическое давление, минимальный водный дефицит, повышенную термостабильность белков и сохраняют интенсивность синтетических процессов [14].

Способность семян формировать проростки в растворе осмотика – это наследственная способность растений развиваться при дефиците влаги. Помимо этого, это показатель о наличии значительной поглощающей силы, которая демонстрирует быстрое поглощение необходимого количества влаги и формирование более крепкой первичной корневой системы. Это крайне важно для дальнейшей жизнедеятельности растений в условиях засухи. Таким образом, по качеству проростка можно прогнозировать засухоустойчивость на более поздних этапах роста и развития [15].

Результаты исследований показали, что способность формировать проростки в растворе сахарозы смогли меньшее количество изучаемых сортов и в среднем составил 18%. Что в свою очередь показывает их устойчивость к стрессовым условиям засухи. В таблице 1 представлены результаты исследований согласно градации устойчивости сортов, в рамках доверительного интервала и количества сортов в каждой группе.

**Таблица 1 – Уровень засухоустойчивости сортов сои, урожай 2024 г.**

| Количество сортов, шт                 | P           | Sp          | Доверительный интервал |
|---------------------------------------|-------------|-------------|------------------------|
| Неустойчивые = 0-20%                  |             |             |                        |
| 26                                    | 0-18,75     | 0,1-4,62    | 0-29.15                |
| Слабоустойчивые = 21-40%              |             |             |                        |
| 22                                    | 25-39,28    | 5,00-5,64   | 16.1 – 50.45           |
| Среднеустойчивые = 41-60%             |             |             |                        |
| 31                                    | 41,66-60,52 | 5,66-5,77   | 30.39 – 71.70          |
| С устойчивостью выше средней = 61-80% |             |             |                        |
| 13                                    | 61,11-77,77 | 4,18 – 5.62 | 58.1 – 80.7            |

Как видно из результатов таблицы 48 сортов (52%) изучаемого материала относилась к неустойчивым и слабоустойчивым сортам. Согласно происхождения к этим группам относились сорта сои российской селекции. Среднеустойчивыми образцами характеризовались часть сортов российской и китайской селекции и с устойчивостью выше средней было отмечено меньшее количество сортов. Не смотря на меньшее количество, выделившиеся сорта могут быть использованы в селекции на повышение засухоустойчивости в условиях Северного Казахстана.

Для результативного расширения возделывания сои в условиях Северного Казахстана, сорта должны обладать высокой адаптивностью и экологической пластичностью. Одним из решающих направлений для повышения этих свойств выступает углублённое изучение особенностей корневой системы. Сильная и развитая корневая система обеспечивает более эффективное проникновение корней в глубокие горизонты почвы, что приводит к снижению негативного воздействия засушливых условий. На ранних этапах органогенеза ключевыми объектами селекции считаются главный и боковые корни. В этом случае особую значимость приобретает метод «проростковой» селекции, который основан на оценке качества семенного материала по степени развития проростков, формируемых в условиях водного дефицита [16].

Метод «проростковой» селекции предоставляет возможность проводить целенаправленный отбор и установление наиболее перспективных образцов из коллекционного материала, обладающих высоким потенциалом продуктивности. В результате проведённых исследований были выделены наиболее перспективные сорта сои, они отличаются высокими значениями ключевых морфофизиологических показателей. Это в

свою очередь свидетельствует о их потенциале к формированию урожая в условиях ограниченного водоснабжения (таблица 2).

На 6-е сутки наблюдения окраска гипокотилия у всех вариантов была зелёной, длина гипокотилия показала диапазон 29,97-58,25 мм, максимальный показатель по длине стебля изменялся 72,33...103,59 мм. На 8-е сутки сорт показатели в разрезе сортов повысились на 24...35%. Окраска гипокотилия у всех изучаемых сортов была зелёной. На 14-й день удельная величина изменилась до 48%. Длина побега сорта Ивушка, принятого за стандарт, составила 445,97 мм. Для определения влияния органов проростков на урожайность проведено изучение корреляционных связей. Выявлено, что на урожайность влияет длина гипокотил, корреляционная связь составила  $r = 0,715$ .

**Таблица 2 – Длина корня и длина гипокотилия выделившихся сортов сои, 2025 г.**

| Название сорта | 3 день          | 6 день                |                 |                  | 8 день                |                 |                  | 14 день               |                 |                  |
|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------|------------------|
|                | Длина корня, мм | Длина гипокотилия, мм | Длина корня, мм | Цвет гипокотилия | Длина гипокотилия, мм | Длина корня, мм | Цвет гипокотилия | Длина гипокотилия, мм | Длина корня, мм | Цвет гипокотилия |
| Ивушка St.     | 11,13           | 36,39                 | 73,68           | зеленый          | 91,01                 | 118,53          | Зеленый          | 119,05                | 138,02          | 445,97           |
| LongKen 336    | 13,18           | 39,82                 | 82,91           | зеленый          | 99,33                 | 109,15          | Зеленый          | 91,04                 | 175,07          | 422,23           |
| Рось           | 31,33           | 44,78                 | 84,36           | зеленый          | 164,15                | 111,45          | Зеленый          | 144,07                | 147,65          | 487,3            |
| Белгородская 8 | 24,14           | 47,56                 | 98,81           | зеленый          | 122,03                | 159,07          | Зеленый          | 118,53                | 195,97          | 597,46           |
| Везелица       | 14,19           | 56,57                 | 96,51           | зеленый          | 135,9                 | 154,15          | Зеленый          | 103,53                | 200,18          | 492,55           |
| Нива           | 19,43           | 55,44                 | 90,8            | зеленый          | 90,93                 | 124,93          | Зеленый          | 147,54                | 163,66          | 492,51           |
| Линия 39-21-3  | 17,54           | 46,36                 | 98,38           | зеленый          | 74,81                 | 129,59          | Зеленый          | 142,67                | 182,85          | 622,09           |
| Линия 118-21-1 | 15,91           | 29,97                 | 72,33           | зеленый          | 78,8                  | 123,71          | Зеленый          | 122,65                | 172,49          | 504,1            |
| Beidou 43      | 18,94           | 50,94                 | 99,56           | зеленый          | 110,19                | 154,54          | Зеленый          | 131,62                | 158,18          | 525,1            |
| Чера 1-2       | 21,24           | 55,36                 | 103,59          | зеленый          | 131,04                | 194,61          | Зеленый          | 179,94                | 213,65          | 601,24           |
| Нуралем-1      | 17,92           | 37,4                  | 89,26           | зеленый          | 153,2                 | 142,03          | Зеленый          | 119,09                | 188,09          | 600,23           |
| Линия 29-21-2  | 14,57           | 58,25                 | 101,34          | зеленый          | 141,36                | 158,57          | Зеленый          | 124,55                | 197,38          | 585,7            |
| Линия 35-21-4  | 19,68           | 47,12                 | 87,76           | зеленый          | 154,5                 | 182,95          | Зеленый          | 182,95                | 209,91          | 611,02           |
| Линия 28-21-1  | 24,14           | 49,41                 | 95,28           | зеленый          | 104,34                | 174,75          | Зеленый          | 141,34                | 202,07          | 494,31           |
| Beidou 51      | 24,9            | 34,83                 | 76,65           | зеленый          | 80,28                 | 131,83          | Зеленый          | 119,28                | 171,83          | 421,05           |
| Черемшанка     | 17,94           | 36,31                 | 87,63           | зеленый          | 125,86                | 162,49          | Зеленый          | 122,92                | 207,71          | 594,31           |

Для более глубокого анализа засухоустойчивости сортов сои проведены исследования оценки влияния осмотического стресса на основные морфометрические показатели проростков сои. В таблице 3 представлены выделившиеся согласно исследованиям сорта сои.

**Таблица 3 – Выделившиеся сорта сои по устойчивости морфометрических показателей к осмотическому стрессу, 2025 г.**

| №  | Название         | Длина ростка, см |          | Длина корешка, см |          | Индекс длины ростка | Индекс длины корешка |
|----|------------------|------------------|----------|-------------------|----------|---------------------|----------------------|
|    |                  | Контроль         | Сахароза | Контроль          | Сахароза |                     |                      |
| 1  | 2                | 3                | 4        | 5                 | 6        | 7                   | 8                    |
| 1  | Ивушка st.       | 6,12             | 3.62     | 6.75              | 5.06     | 0.59                | 0.75                 |
| 2  | LongKen 336      | 5,5              | 3.87     | 8.8               | 5.67     | 0.70                | 0.64                 |
| 3  | Рось             | 4,08             | 3.84     | 6.2               | 4.88     | 0.94                | 0.79                 |
| 4  | Белгородская 8   | 6,1              | 3.65     | 9.8               | 5.50     | 0.60                | 0.56                 |
| 5  | Нива             | 5.53             | 3.01     | 10.8              | 3.97     | 0.54                | 0.37                 |
| 6  | Линия 39-21-3    | 4.15             | 3.30     | 8.3               | 4.57     | 0.80                | 0.55                 |
| 7  | Beidou 43        | 6.25             | 6.27     | 7.83              | 7.79     | 1.00                | 1.00                 |
| 8  | Линия 29-21-2    | 3                | 2.55     | 7                 | 6.33     | 0.85                | 0.90                 |
| 9  | Линия 35-21-4    | 7.5              | 3.38     | 10.91             | 5.13     | 0.45                | 0.47                 |
| 10 | Линия 28-21-1    | 5.84             | 3.33     | 7.31              | 4.87     | 0.57                | 0.67                 |
| 11 | Черемшанка       | 6.952            | 3.35     | 10.456            | 5.13     | 0.48                | 0.49                 |
| 12 | Золотистая       | 7.77             | 7.66     | 12.9              | 8.21     | 0.99                | 0.64                 |
| 13 | Линия 170-2022-2 | 4.13             | 3.81     | 7.84              | 4.68     | 0.92                | 0.60                 |
| 14 | Линия 97-21-1    | 7.3              | 5.93     | 14.55             | 6.71     | 0.81                | 0.46                 |
| 15 | Линия 74-2022-1  | 7.72             | 7.45     | 11.8              | 8.14     | 0.97                | 0.69                 |

Выделенные в результате исследований сорта сои характеризуются высокими значениями длины проростков и корешка в сравнении со стандартным сортом Ивушка.

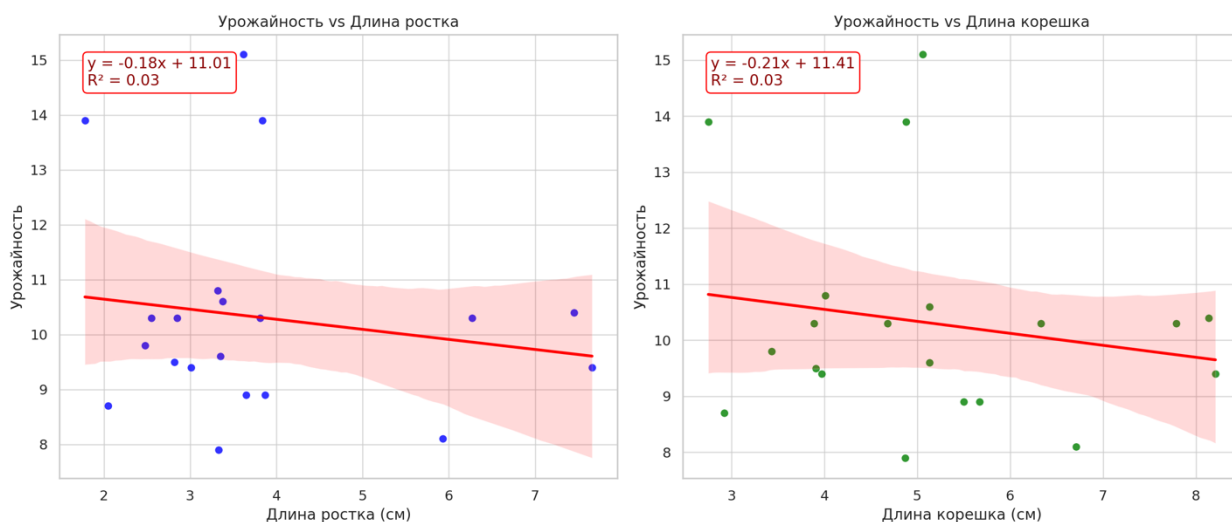
Необходимо отметить существенную разницу между показателями контрольного варианта и варианта с использованием сахарозы. При этом необходимо отметить, что устойчивость к осмотическому стрессу не носит определенной увязки с происхождением сортов. Однако необходимо отметить, что все выделенные сорта относятся к раннеспелой группе созревания (75-90 дней). Аналогичная картина отмечается по показателям индекса длины ростка и индекса длины корешка. В таблице 4 представлены результаты корреляционной связи между длиной ростка, длиной корешка с урожайностью.

**Таблица 4 – Корреляционная связь между длиной ростка, длиной корешка с урожайностью**

| №  | Название сортообразца | Длина ростка, см | Длина корешка, см |
|----|-----------------------|------------------|-------------------|
| 1  | 2                     | 3                | 4                 |
| 1  | Ивушка st,            | 3,62             | 5,06              |
| 2  | LongKen 336           | 3,87             | 5,67              |
| 3  | Рось                  | 3,84             | 4,88              |
| 4  | Белгородская 8        | 3,65             | 5,5               |
| 5  | Везелица              | 2,82             | 3,91              |
| 7  | Нива                  | 3,01             | 3,97              |
| 8  | 118-21-1              | 2,48             | 3,43              |
| 9  | Beidou 43             | 6,27             | 7,79              |
| 10 | Чера 1-2              | 3,32             | 4,01              |
| 11 | Нуралем-1             | 1,78             | 2,75              |
| 12 | Линия 29-21-2         | 2,55             | 6,33              |

| 1                      | 2                 | 3          | 4          |
|------------------------|-------------------|------------|------------|
| 13                     | Линия 35-21-4     | 3,38       | 5,13       |
| 14                     | Линия 28-21-1     | 3,33       | 4,87       |
| 15                     | Beidou 51         | 2,85       | 3,89       |
| 16                     | Черемшанка        | 3,35       | 5,13       |
| 17                     | Золотистая        | 7,66       | 8,21       |
| 18                     | Линия 170- 2022-2 | 3,81       | 4,68       |
| 19                     | Линия 97-21-1     | 5,93       | 6,71       |
| 20                     | Линия 35-21-1     | 2,05       | 2,92       |
| 21                     | Линия 74-2022-1   | 7,45       | 8,14       |
| Коэффициент корреляции |                   | -0,1596468 | -0,1803459 |

Отрицательная корреляционная связь между урожайностью и морфометрическими показателями как длина ростка и длина корешка говорит о необходимости тщательного отбора сортов для условий Северного Казахстана, учитывая, что эти морфометрические показатели влияют на первый период роста развития растений и формирования самого растения. Разбег сортов и их расположение в графике линейной регрессии представлен на рисунке 1.

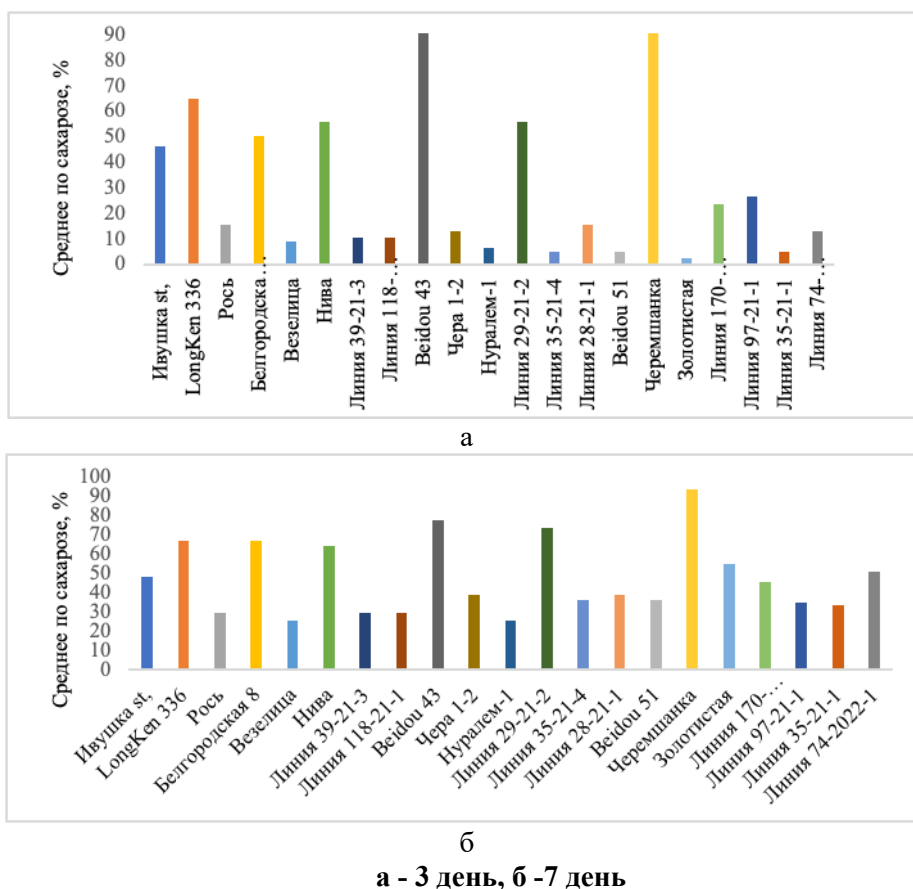


**Рисунок 1 – График регрессионной функции, характеризующий зависимость урожайности от длины ростка и длины корешка.**

При оценке связи урожайности от от длины ростка и длины корешка отмечается слабая связь. Выделившиеся в результате исследований сорта могут быть использованы в практической селекции на повышение засухоустойчивости сортов сои. Некоторые сорта сои проявляют повышенную устойчивость к засухе, что выражается в лучшей всхожести и энергии прорастания семян в условиях осмотического стресса. На рисунке 2 представлены выделившиеся сорта сои по показателю всхожести.

Как показывают исследования многих авторов более объективная и достоверная оценка устойчивости сорта к засухе – это определение продуктивности растений в полевых условиях. Соответственно степень уменьшения накопления биомассы в условиях засухи является более веским критерием при оценке сорта. Б.Б. Енкен проанализировав зависимость уровня урожайности от количества осадков сделал заключение, что критическим периодом по потребности во влаге является не все время от цветения до начала созревания, а главным образом период формирования семян. Нашими исследованиями доказывается, что влияние ГТК на формирование урожайности характеризуется средней корреляционной связью ( $r =$

0,679). Соответственно, в этом случае необходимо учитывать генетическую характеристику сорта и ее параметры устойчивости к засухе [17].



**Рисунок 2 – Всхожесть сортов сои в группе с устойчивостью к засухе выше средней, 2025 г.**

Помимо изучаемых выше показателей хозяйственно-ценных признаков для условий Северного Казахстана важным является наличие комплекса высоких значений хозяйственно-ценных признаков среди выявленных в результате исследований сортов сои. В таблице 5 представлены сорта сои, выявленные в результате исследований по показателям фотосинтетической деятельности и отличающихся высокими значениями биометрических показателей.

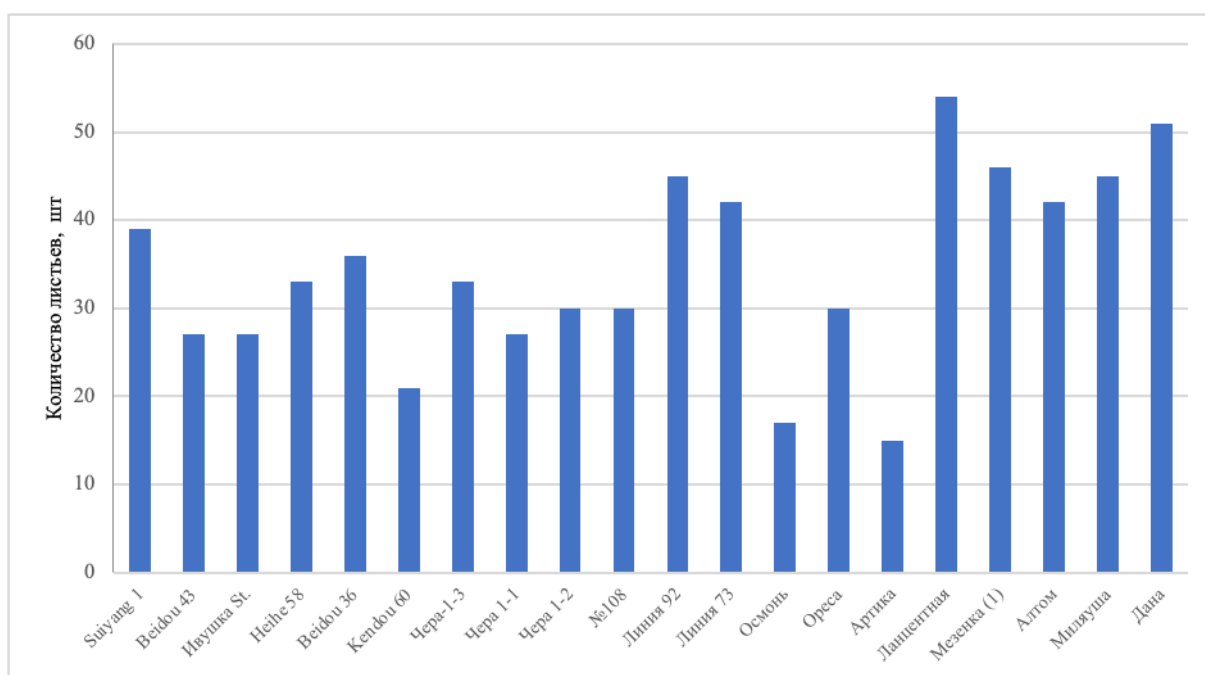
**Таблица 5 – Выделенные сорта сои характеризующиеся высокими значениями биометрических показателей, 2024 г.**

| Название             | Высота растения, см | Высота нижнего прикрепления нижнего боба, см | Количество боковых ветвей, см | Число продуктивных узлов на главном стебле, шт |
|----------------------|---------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
| Ивушка St.           | 25,67               | 9,67                                         | 3,67                          | 4,33                                           |
| Нива                 | 43,40               | 10,00                                        | 0,60                          | 10,60                                          |
| Линия 39-21-3        | 41,00               | 12,67                                        | 2,67                          | 7,67                                           |
| Белгородская 8       | 34,20               | 10,00                                        | 0,00                          | 6,20                                           |
| Миляуша              | 33,80               | 11,90                                        | 2,00                          | 7,60                                           |
| Дисперсия            | 48,47               | 2,21                                         | 2,24                          | 5,28                                           |
| Коэффициент вариации | 18,54               | 21,08                                        | 85,30                         | 32,15                                          |

Как показывают табличные данные уровень коэффициент вариации показателей находится на уровне достоверных данных и были стабильными, кроме показателя количество боковых ветвей среди сортов раннеспелой группы созревания (коэффициент вариации 85,30%) что говорит о высокой изменчивости показателя. Показатели числа продуктивных узлов и высоты прикрепления нижнего боба были более стабильны коэффициент вариации изменялся 18...32%.

Одним из показателей, определяющих уровень урожайности растений, является оптимальное развитие площади листовой поверхности. Посевы сои, которые формируют избыточно высокие фотосинтетические потенциалы, могут дать меньшие урожаи. Это происходит поскольку в таких посевах снижается продуктивность фотосинтеза. Листовая поверхность играет большую роль в фотосинтетической деятельности и формируется в зависимости не только от условий влагообеспеченности, питания и других агротехнических элементов возделывания, но и от сортовых особенностей сои.

Как показали исследования показатели площади листа количества листьев характеризует фотосинтетическую активность растений и является динамическим признаком, который непрерывно изменяется в течение вегетации растений, ее оптимальное значение является решающим фактором продуктивности растений. Значения признаков изменялись в зависимости от сорта и его происхождения и отличались только сортовыми особенностями по изучаемому признаку. Максимальное значение показателя отмечается в фазу налива семян как в разрезе ранних, так и среднеранних сортов спелости (признак учитывался с фазы ветвления). На рисунке 3 представлены выделившиеся сорта сои ранней группы спелости, так же эти сорта отличались устойчивостью к засухе выше средней.

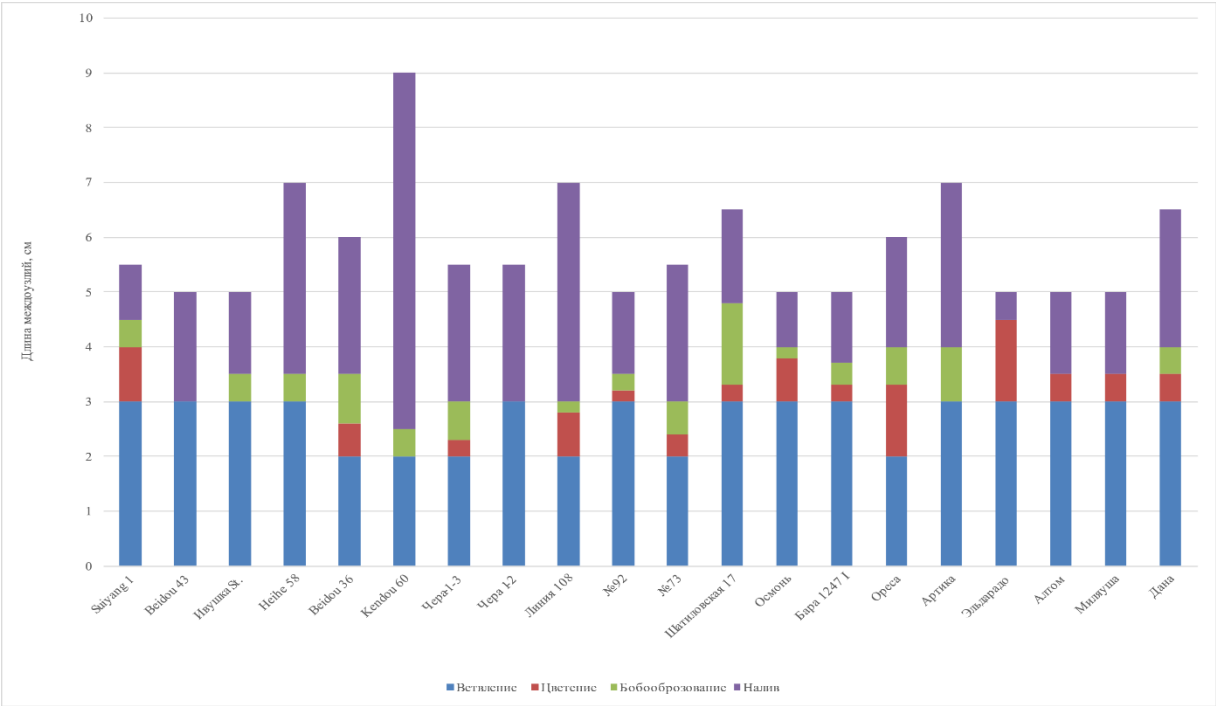


**Рисунок 3 – Выделившиеся сорта сои по показателю количества листьев, 2024 г.**

Как видно из данных таблицы, максимальное количество показателя отмечается в фазу налива семян и определенной сортовой принадлежности в разрезе изучаемых сортов сои не определяется. Выделенные сорта сои могут быть использованы в качестве источников повышения фотосинтетической деятельности при повышении урожайности сортов в условиях Северного Казахстана. Однако необходимо учесть, что сильный рост вегетативной массы растения, не всегда положительно влияет на продуктивность культуры. Соответственно при селекции необходим тщательный отбор по данному признаку. По показателю площади листьев необходимо отметить широкую вариативность показателей как

в разрезе изучаемых сортов. Аналогичная картина отмечается и по этому признаку, максимальное значение отмечается по всем изучаемым сортам в фазу налива семян.

Высота растений и склонность их к полеганию считаются одними из основных признаков у сои, которые определяют технологичность сортов, пригодность к полному механизированному возделыванию. По результатам исследований выявлено разность сортов сои в зависимости от сорта и условий возделывания. Изучения оценки длины междоузлия показало, что условия года внесли свои коррективы на формирование данного признака. Необходимо учесть, что исследуемый материал относится к детерминантному и полудетерминантному типам развития. На рисунке 4 представлены лучшие сорта сои с стабильным проявлением роста согласно типу роста и длины междоузлия.



**Рисунок 4 – Выделившиеся сорта сои согласно типу роста и длины междоузлия, 2024 г.**

По результатам исследований выявлено, что прохождение фаз ветвления и налива сортов способствовало получению максимального значения по изучаемым признакам. Так же можно выделить сортовую особенность в разрезе одной группы и разных групп спелости. Выделившиеся сорта сои также характеризовались устойчивостью к засухе выше среднего.

**Таблица 6 – Выделившиеся сорта сои по комплексу изучаемых хозяйственно-ценных признаков и урожайности в раннеспелой группе созревания, 2024 г.**

| Название<br>сортаобразца | Высот<br>а<br>расте<br>ния,<br>см | Кол-во<br>бобов<br>на 1<br>растен<br>ии, шт | Кол-<br>во<br>боков<br>ых<br>ветвей | Число<br>продукти<br>вных<br>узлов на<br>главном<br>стебле,<br>шт | Кол-во<br>зерен в<br>бобе,<br>шт | Масса<br>семян с<br>растени<br>я, г. | Масса<br>семян с<br>1 боба, г | Масса<br>1000<br>семян, г |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1                        | 2                                 | 3                                           | 4                                   | 5                                                                 | 6                                | 7                                    | 8                             | 9                         |
| Ивушка St.               | 25,67                             | 13,00                                       | 3,67                                | 4,33                                                              | 3,00                             | 5,21                                 | 0,56                          | 197,0                     |
| Рось                     | 43,40                             | 23,80                                       | 0,60                                | 10,60                                                             | 3,20                             | 10,92                                | 0,70                          | 181,0                     |
| Нуралем-1                | 41,00                             | 25,00                                       | 2,67                                | 7,67                                                              | 3,00                             | 10,27                                | 0,83                          | 198,5                     |
| Beidou 43                | 51,25                             | 20,50                                       | 0,00                                | 9,75                                                              | 3,75                             | 7,36                                 | 0,73                          | 111                       |

| 1                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Золотистая           | 30,50 | 7,00  | 0,00  | 4,67  | 3,00  | 2,60  | 0,51  | 140    |
| Алтом                | 34,20 | 12,00 | 0,00  | 6,20  | 2,20  | 4,90  | 0,48  | 170,5  |
| Линия 29-21-2        | 33,8  | 18,60 | 2,00  | 7,60  | 3,00  | 9,19  | 0,48  | 199    |
| Mandarin             | 41,70 | 38,20 | 3,33  | 14,20 | 2,40  | 19,54 | 0,58  | 177,50 |
| Линия 97-21-1        | 47,20 | 24,20 | 3,40  | 6,60  | 3,00  | 7,97  | 0,48  | 173,5  |
| Линия 61-2022-3      | 48,20 | 18,00 | 4,00  | 7,80  | 3,00  | 8,16  | 0,64  | 180    |
| Дисперсия            | 61,89 | 65,50 | 2,59  | 7,56  | 0,14  | 19,23 | 0,01  | 639,29 |
| Коэффициент вариации | 18,54 | 37,18 | 85,30 | 32,15 | 12,27 | 46,45 | 18,04 | 13,94  |

Выделившиеся сорта сои характеризовались высоким уровнем устойчивости к осмотическому стрессу и также характеризовались высокими показателями комплекса хозяйственно-ценных признаков. Необходимо отметить оптимальные значения коэффициента вариации показателей высоты растения и элементов структуры урожая, как известно основных показателей, формирующих урожай культуры. При этом показатель урожайности был сформирован на уровне стандартного сорта Ивушка или превышали его значения. Точность полученных экспериментальных данных доказывается результатами дисперсионного анализа, где  $F_{\text{ф}}$  составила 3,07 при этом  $F_{05} = 2,1$ . Представленные в таблице сорта сои могут быть использованы в практической селекции как источники, характеризующиеся устойчивостью к засухе и обладающие сравнительно высокими показателями хозяйственно-ценных признаков в условиях Северного Казахстана.

**Заключение.** Согласно полученным экспериментальным данным и результатов корреляционных связей между изучаемыми хозяйственно-ценными признаками и свойствами, можно сделать следующий вывод, что для формирования высокой урожайности сортов сои в условиях Северного Казахстана необходим тщательный отбор особенно по тем показателям, где формируются сильные отрицательные связи.

Проведенные исследования морфометрических параметров проростков и основных хозяйственно-ценных признаков сои позволили выявить сорта сои с высокими их значениями и сравнительно высокой урожайностью. Выявленные в результате исследований сорта сои могут быть использованы в практической селекции на повышение засухоустойчивости и урожайности в условиях Северного Казахстана.

**Финансирования.** Исследования выполнены в рамках ПЦФ МНВО РК на 2024-2026 гг. BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур».

#### Литература:

- [1] Масличные: анализ мирового рынка. [Электронный ресурс]: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline> (дата обращения: 27.05.2025).
- [2] Бюро национальной статистики РК. [Электронный ресурс]: <https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/> (дата обращения: 21.06.2025).
- [3] Байшоланов, С.С. О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. – Алматы: Казгидромет, 2010. – № 3. – С. 27-38.
- [4] Байшоланов, С.С., Павлова В.Н., Жакиева А.Р., Чернов Д.А., Габбасова М.С. Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана // Гидрометеорологические исследования и прогнозы, 2018. – № 1 (367). – С. 168-184.
- [5] Дидоренко, С., Кисетова Э., Касенов Р., Байжанов Ж., Кушанова Р., Сагит И. Продуктивность и качество сортов сои, созданных на разных этапах селекционных работ в Казахском научно-исследовательском институте земледелия и растениеводства // Izdenister Natigeler, 2024. – №

2-1 (специальный выпуск). – С. 85-98.

[6] Обзор об особенностях климата на территории Казахстана. [Электронный ресурс]: <https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar> (дата обращения: 21.06.2025).

[7] **Дроздов, С.Н.**, Удовенко Г.В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. – М.: ВИР, 1988. – С. 10-11.

[8] **Ержебаева, Р.С.**, Дидоренко С.В., Кудайбергенов М.С., Даниярова А.К. Поиск источников засухоустойчивости среди новой коллекции сои (*Glycine max*) в условиях Юго-Востока Казахстана // Зернобобовые и крупяные культуры, 2019. – № 3 (31). – С. 63-73.

[9] **Петренкова, В.П.**, Кучеренко Е.Ю. Оценка сортов сои по устойчивости к засухе // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – № 2. – С. 20-23.

[10] **Вишнякова, М.А.**, Сеферова И.В., Буравцева Т.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ВИР, 2018. – 143 с.

[11] **Fehr, W.R.**, Caviness C.E. Stages of soybean development. – Iowa: Iowa State University, 1977.

[12] **Корсаков, Н.И.** Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. – Л.: ВИР, 1975.

[13] Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 3: Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. – М.: Россельхозцентр, 2019.

[14] **Будак, А.** Оценка генотипов сои на засухоустойчивость по признакам продуктивности // Buletinul AMKN «Știința». – Молдова, 2019. – № 2. – С. 102-106.

[15] **Кожушко, Н.Н.** Оценка засухоустойчивости полевых культур // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. – Л.: ВИР, 1988. – С. 10-24.

[16] **Пашкевич, П.А.**, Кожуро Ю. И. Использование степени развития органов проростков для оценки потенциальной урожайности гороха (*Pisum sativum* L.) в агроклиматических условиях Беларуси // Земледелие и защита растений, 2015. – № 5 (102). – С. 27-30.

[17] **Енкен, В.Б.** Опыт селекции сортов нута // Методы исследований с зернобобовыми культурами. – Орёл, 1971. – Т. 1. – С. 238-253.

## References:

[1] Maslichnye: analiz mirovogo rynka. \[Elektronnyi resurs]: [\[http://apps.fas.usda.gov/psdonline\]](http://apps.fas.usda.gov/psdonline)(<http://apps.fas.usda.gov/psdonline>) (data obrashcheniya: 27.05.2025). [in Russian].

[2] Byuro natsional'noi statistiki RK. \[Elektronnyi resurs]: [\[https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/\]](https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/)(<https://stat.gov.kz/ru/industries/business-statistics/stat-forrest-village-hunt-fish/>) (data obrashcheniya: 21.06.2025). [in Russian].

[3] **Baisholanov, S.S.** O povtoryaemosti zasukh v zernoseyushchikh oblastyakh Kazakhstana // Hidrometeorologiya i ekologiya. – Almaty: Kazgidromet, 2010. – № 3. – С. 27-38. [in Russian].

[4] **Baisholanov, S.S.**, Pavlova V.N., Zhakieva A.R., Chernov D.A., Gabbasova M.S. Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kazakhstana // Hidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy, 2018. – № 1 (367). – С. 168-184. [in Russian].

[5] **Didorenko, S.**, Kisetova E., Kasenov R., Baizhanov Zh., Kushanova R., Sagit I. Produktivnost' i kachestvo sortov soi, sozdannykh na raznykh etapakh selektsionnykh rabot v Kazakhskom nauchno-issledovatel'skom institute zemledeliya i rastenievodstva // Izdenister Natigeler, 2024. – № 2-1 (spetsial'nyi vypusk). – С. 85-98. [in Russian].

[6] Obzor ob osobennostyakh klimata na territorii Kazakhstana. \[Elektronnyi resurs]: [\[https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar\]](https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar)(<https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar>) (data obrashcheniya: 21.06.2025). [in Russian].

[7] **Drozдов, S.N.**, Udovento G.V. Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozdeistviyam. – М.: VIR, 1988. – С. 10-11. [in Russian].

[8] **Erzhebaeva, R.S.**, Didorenko S.V., Kudaibergenov M.S., Daniyarova A.K. Poisk istochnikov zasukhoustoychivosti sredi novoi kolleksii soi (*Glycine max*) v usloviyakh Yugo-Vostoka Kazakhstana // Zernobobovye i krupyanye kultury, 2019. – № 3 (31). – С. 63-73. [in Russian].

[9] **Petrenkova, V.P.**, Kucherenko E.Yu. Otsenka sortov soi po ustoichivosti k zasukhe // Vestnik

Kurskoi gosudarstvennoi selskokhozyaistvennoi akademii, 2017. – № 2. – S. 20-23. [in Russian]

[10] **Vishnyakova, M.A.**, Seferova I.V., Buravtseva T.V. Kolleksiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya. – 2-e izd., pererab. i dop. – SPb.: VIR, 2018. – 143 s. [in Russian].

[11] **Fehr, W.R.**, Caviness C.E. Stages of soybean development. – Iowa: Iowa State University, 1977.

[12] **Korsakov, N.I.** Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii zernovykh bobovykh kultur. – L.: VIR, 1975. [in Russian].

[13] Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaistvennykh kultur. Vyp. 3: Maslichnye, efiromaslichnye, lechebnye i tekhnicheskie kultury, shelkovitsa, tutovyi shelopryad. – M.: Rossel'khoztsentr, 2019. [in Russian].

[14] **Budak, A.** Otsenka genotipov soi na zasukhoustoychivost' po priznakam produktivnosti // Buletinul AMKN «Știința». – Moldova, 2019. – № 2. – S. 102-106. [in Russian].

[15] **Kozhushko, N.N.** Otsenka zasukhoustoychivosti polevykh kultur // Diagnostika ustoichivosti rastenii k stressovym vozdustviyam. – L.: VIR, 1988. – S. 10-24. [in Russian].

[16] **Pashkevich, P.A.**, Kozhuro Yu.I. Ispol'zovanie stepeni razvitiya organov prorostkov dlya otsenki potentsial'noi urozhainosti gorokha (*Pisum sativum* L.) v agroklimaticheskikh usloviyakh Belarusi // Zemledelie i zashchita rastenii, 2015. – № 5 (102). – S. 27-30. [in Russian].

[17] **Enken, V.B.** Opyt seleksii sortov nuta // Metody issledovaniy s zernobobovymi kulturami. – Orel, 1971. – T. 1. – S. 238-253. [in Russian].

## ШЫҒУ ТЕГІ ӘРТҮРЛІ МАЙБҰРШАҚ СОРТТАРЫНЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

**Кипшакбаева Г.А.\***, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

**Сәбит Д.М.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

**Әшірбекова І.Ә.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

**Амантаев Б.О.**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

**Кадринев М.К.**, PhD

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан*

**Аңдатпа.** Мақалада шығу тегі әртүрлі майбұршақтың 98 сорттары мен линияларын Солтүстік Қазақстан жағдайында зертханалық әрі далалық жағдайда кешенді түрде құрғақшылыққа төзімділігін бағалау нәтижелері қарастырылған. Жұмыстың басты мақсаты - осмотикалық стресс жағдайында бейімделгіш генотиптерді анықтау және оларды селекцияда қолдануға ұсыну. Зертханалық жағдайда тұқымдардың өнгіштігі, өну энергиясы мен қант ерітіндісінде (құрғақшылықты еліктейтін) өскіндердің морфометриялық көрсеткіштері бағаланды. Тамыр мен өскін ұзындығының көрсеткіштері мен төзімділік индекстері негізінде су жетіспеушілігіне жоғары төзімді перспективалы үлгілер анықталды. Далалық тәжірибелерде өсімдіктердің биометриялық сипаттары, фотосинтетикалық белсенділігі және өнім құрылымының элементтері зерттелді. Корреляциялық талдау арқылы жекелеген белгілердің өнімділікке әсері анықталды. Жоғары құрғақшылыққа төзімділік пен шаруашылық тұрғыдан құнды белгілерді ұштастыратын сорттар іріктелді. Бұл үлгілер Солтүстік Қазақстанның қуаң климат жағдайында соя егістігін кеңейту мақсатында селекциялық жұмыстарға пайдалануға ұсынылады.

**Тірек сөздер:** майбұршақ, сорт, сахароза, құрғақшылыққа төзімділік, өнімділік.

## EVALUATION OF DROUGHT TOLERANCE IN SOYBEAN VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

**Kipshakbayeva G.A.\***, candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Sabit D.M.**, master of Agricultural Sciences

**Ashirbekova I.A.**, master of Agricultural Sciences

**Amantaev B.O.**, candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

**Kadrinov M.K.**, PhD

*S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan*

**Annotation.** This article presents the results of a comprehensive evaluation of drought tolerance in 98 soybean varieties and lines of various origins, conducted under laboratory and field conditions in Northern Kazakhstan. The main objective of the study was to identify adaptive soybean genotypes resistant to osmotic stress for further use in breeding programs. In laboratory conditions, seed germination, germination energy, and morphometric parameters of seedlings were assessed in a sucrose solution simulating drought stress. Based on root and shoot length measurements, as well as stress tolerance indices, promising samples with high resistance to water deficiency were identified. In field trials, plant biometric characteristics, photosynthetic activity, and yield structure components were studied. Correlation analysis revealed the influence of individual traits on productivity. As a result, varieties combining high drought tolerance and valuable agronomic traits were identified. These samples are recommended for use in practical breeding to expand soybean cultivation under arid conditions of Northern Kazakhstan.

**Keywords:** soybean, variety, sucrose, drought tolerance, yield.