Дидоренко С.В.¹, Ержебаева Р.С.¹, Амангелдиева А.А.^{1,2}

Динамика прохождения фенологических фаз развития коллекции сои в зависимости от режима орошения в условиях Алматинской области

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»

²НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. Сатпаева К.И.»
(Казахстан, Алматы)

doi: 10.18411/lj-12-2018-141

idsp: ljjournal-12-2018-141

Аннотация

Ежегодно селекционерами ведется активный поиск источников и доноров хозяйственно-ценных признаков на основе широкомасштабного скрининга зародышевой плазмы рода сои *Glycine* и вида [Соя культурная](#) (*Glycine max*). В рабочей коллекции Казахского НИИ земледелия и растениеводства собрана новая коллекция сои, состоящая из 100 образцов из различных стран мира (Япония, Латвия, Китай, Канада, Венгрия, Франция, Грузия, Бразилия, Швеция, Молдова, Румыния, Таджикистан, Польша, Куба). Более 50% коллекции подобрано по признаку засухоустойчивости и солеустойчивости. В данном исследовании изучена продолжительность фенологических фаз развития коллекционных сортообразцов сои разных групп спелости в зависимости от режима орошения. По результатам исследований первого года 100 сортообразцов сои различного происхождения разделены на шесть групп спелости на полевом стационаре ТОО «КазНИИЗиР» в условиях полива и в «засушнике». Установлена зависимость периода наступления и продолжительности отдельных фаз развития сои от условий полива. Выделены сортообразцы сои с наименьшей реакцией на засуху.

Ключевые слова: соя, фенологические фазы, вегетационный период, режим орошения, группа спелости.

Abstract

Every year, breeders are actively searching for sources and donors of agriculturally important traits on the basis of large-scale screening of germplasm of the genus *glycine* and soybean species (*Glycine max*). The working collection of the Kazakh research Institute of agriculture and plant growing contains a new soybean collection, consisting of 100 samples from around the world (Japan, Latvia, China, Canada, Hungary, France, Georgia, Brazil, Sweden, Moldova, Romania, Tajikistan, Poland, Cuba). More than 50% of the collection is selected according to the drought resistance and salt resistance. In this study, the duration of the phenological phases of soybean collection varieties' development in different maturity groups depending on the irrigation regime was studied. Based on the first year study results, 100 soybean genotypes of different origin divided into six maturity groups according to the irrigated and non-irrigated conditions at the field station of LLP "KazSRIA&PG". It is established that the beginning of flowering stage and duration of individual phases of soybean development depends on irrigation conditions. Soybean cultivars with the less sensitivity to drought stress were isolated.

Keywords: soybean, phenological phases, vegetation period, irrigation regime, maturity group.

Введение

В последние годы производство сои в Казахстане постоянно увеличивается. Это способствует решению проблемы дефицита белка в питании человека и кормлении

животных, а также диверсификации растениеводства. Продвижение сои в северные и восточные области республики является целевым индикатором Государственной программы развития агропромышленного комплекса в РК на 2017-2021 годы. К 2020 году внутренний рынок масла семян должен составить порядка 3046 тыс. тонн [1].

Все растения постоянно подвергаются абиотическим и биотическим стрессам, которые влияют на их рост и развитие. Из всех абиотических стрессов наиболее лимитирующим признаком является засуха [2]. В связи с тем, что Казахстан расположен в центральной части Евразии и удален от океанов, он относится к засушливому региону. Среднегодовое количество осадков на территории Казахстана не равномерное и колеблется от 130 до 1600 мм. Наиболее увлажненными являются восточные и юго-восточные высокогорные районы республики. На большей же части территории страны выпадает только 150-400 мм осадков.

Соя – растение муссонного климата. В зависимости от генотипа, растения сои используют около 450-700 мм воды в период вегетации [3]. Наиболее критическим периодом для водного стресса растений сои является этап цветения и период послецветения, т.е. формирования и налива семян [4]. Недостаток влаги снижает урожай сои примерно на 40% [5] и является одной из самых главных угроз для урожая сои.

Селекционеры при создании новых сортов сои используют два пути разрешения этой проблемы [6]:

- создание и внедрение ультрараннеспелых (группа спелости 000) сортов, которые могли бы «уходить» от засухи благодаря короткому вегетационному периоду. Однако многими исследователями отмечена обратная корреляция скороспелости и урожайности сои [7];

- смещение цветения на как можно более ранние сроки при сохранении общей продолжительности вегетации. Это могло бы обеспечить уход от засухи без снижения потенциала урожайности [8,9].

Эффективность селекционной работы с соей во многом зависит от исходного материала: чем он богаче и генетически разнообразнее, тем быстрее можно получить ожидаемый результат. Подбор исходного материала начинается с изучения сортообразцов, которые различаются по происхождению, хозяйственным и биологическим признакам. Для селекционных исследований необходимо в первую очередь оценить имеющуюся рабочую коллекцию на адаптивность и засухоустойчивость в климатических условиях Казахстана и в дальнейшем использовать лучшие генотипы мировой коллекции для создания отечественных засухоустойчивых линий.

Генетика периода вегетации сои очень сложна, так как продолжительность периода вегетации в огромной степени зависит от условий, в которые помещен сорт. Преобладающее большинство сортов сои короткодневные. В условиях длинного дня такие сорта позднее зацветают, затягивая вегетационный период. Если требования сорта к длине дня очень резко отличаются от условий, в которые он помещен, сорт вообще не переходит к цветению и плодоношению [10].

Целью нашей работы было изучение коллекционных образцов сои различного происхождения и групп спелости по фенологическим фазам развития в условиях Алматинской области в контрастных режимах орошения для выделения засухоустойчивых образцов для дальнейшей селекции.

Место проведения опыта. Погодно-климатические условия года

Коллекционные сортообразцы сои изучались на полевом стационаре Казахского НИИ земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР), расположенного в Алматинской области, находящийся на высоте 740 метров над уровнем моря, 43°15' с. ш., 76°54' в. д.

По данным метеостанции КазНИИЗиР метеорологические условия периода исследований 2018 года юго-восточного региона Казахстана существенно отличались

от среднемноголетних значений и характеризовались высоким уровнем осадков. Максимальное количество осадков пришлось на весенний период март-май месяцы 2018 года. В этот период выпало 330,3 мм осадков, что на 163,4 мм превышает уровень среднемноголетних осадков (166,9 мм) на указанные месяцы (таблица 1). Обильные осадки, выпавшие в марте (123,8 мм), апреле (81,6 мм) и мае (124,9 мм) месяцах способствовали большому накоплению влаги в почве. Весенние и летние месяцы характеризовались положительным температурным балансом, находящимся на уровне средней многолетней. Самая высокая среднесуточная температура, равная 25,2°C, была установлена в июле месяце.

Август также изобиловал осадками (в два раза выше среднемноголетних показателей) и повышенным температурным фоном (на 2,4 градуса). Всего за вегетацию сои выпало для скороспелых сортов 195,1 мм и для позднеспелых 238,6.

В сентябре за 25 дней осадки не зафиксированы, температурный фон был на уровне среднемноголетних показателей (таблица 1). Первые ощутимые осадки прошли в третьей декаде сентября, когда большинство образцов закончили стадию налива бобов.

Таблица 1
Среднемесячная температура воздуха и осадки в период вегетации, 2018 год

Месяц	Температура, °C			Осадки, мм		
	фактическая	средне-многолетняя	отклонение	фактическая	средне-многолетняя	отклонение
Апрель	12,4	10,4	+2,0	81,6	56,5	+25,1
Май	16,3	16,4	-0,1	124,9	61,6	+63,3
Июнь	22,3	21,2	+1,1	28,7	53,9	-25,2
Июль	25,2	24,1	+1,1	32,3	26,6	+5,7
Август	24,5	22,1	+2,4	43,5	21,3	+22,2
Сентябрь	17,3	16,0	+1,3	18,9	15,9	+3,0

Материалы и методы исследований

Материалом исследований служила коллекция из 100 сортообразцов сои 6 групп спелости. Образцы представлены мировым разнообразием (Япония, Латвия, Китай, Канада, Венгрия, Франция, Грузия, Бразилия, Швеция, Молдова, Румыния, Таджикистан, Польша, Куба).

Опыт по изучению 100 образцов коллекции сои был заложен на поливном и богарном участках стационара зернобобовых культур. Делянки при изучении коллекции размером 1 погонный метр, по 10 семян. Посев проведен рандомизированный в трехкратной повторности.

Все агротехнологические мероприятия по подготовке к посеву, уходу за посевами (полив, рыхление междурядий, уничтожение сорной растительности), уборка урожая проводились по методам, описанным в методике полевого опыта Доспехов Б.А. [11], Методика Государственного Сортоиспытания Сельскохозяйственных культур [12].

Вегетационные поливы на поливном участке осуществлялись трижды в третьей декаде июня, второй декаде июля и второй декаде августа.

Фенологические наблюдения проведены по основным фазам развития: посев, всходы (VE), появление тройничного листа (V1), цветение (R2), бобообразование (R4), налив бобов (R6), созревание (R8) [13].

Результаты и обсуждения

Сложившиеся погодные условия позволили провести раннюю закладку опытов. Коллекционные образцы сои (100 номеров) были высеваны в третью декаду апреля на поливном и неполивном стационаре ТОО «КазНИИЗиР». Нестабильные погодные условия мая отрицательно сказались на росте и развитии сои. Полные всходы отмечены в первую декаду мая.

Первые цветки появились 10 июня. Фаза полного цветения (R2) отмечалась с 12 июня по 10 августа, что составило от всходов до цветения 36-100 дней. Продолжительность дня в период цветения составила 15ч 19 м – 14ч 10м. Таким образом, коллекционные образцы разделились на группы от раннецветущих форм до очень позднецветущих (таблица 2).

Самыми раннецветущими сортообразцами у которых период от всходов до цветения составлял 36 дней были следующие сорта: Soyer 345, Mapleamber, Ustya, Pripyat, Maplearrow, Krasivaya mechta, Zhansaya. Самыми позднецветущими сортообразцами у которых от всходов до цветения прошло 100-102 дня: образцы Vavilov 63-17, 420, 7204, Tun san bai can ker, 5913, Liu yue zao.

Таблица 2

Динамика цветения коллекционных образцов сои на поливном и неполивном стационарах

Продолжительность периода всходы-цветение, день	Кол-во образцов, шт	Длина светового дня	Сумма активных температур 0С VE-R2
Полив			
36-40	19	15ч 21м	672,7-739,2
41-60	23	15ч 23м	757,9-1203,5
61-80	29	15ч 12м	1227,6-1797,7
81-99	22	14ч 50м	1820,8-2111,9
100-105	6	14ч 10м	2141,8-2341,9
Нет всходов	2		
Засуха			
36-40	17	15ч 21м	672,7-739,2
41-60	18	15ч 23м	757,9-1203,5
61-80	23	15ч 12м	1227,6-1797,7
81-99	29	14ч 50м	1820,8-2111,9
100-105	4	14ч 10м	2141,8-2341,9
Нет всходов	9		

Интересно отметить, что в условиях засушлика одна группа образцов зацвела на 8-15 дней позже (Vilana, Dindone, Huang bao zhu, DV-254, Huang ke, Hakka zashi, Kormovaia 15, 6575, AGS 313, Kojiro, Ch'a ye sheng tou, Sousei, 5694, Pulaska Zolta Wczesna, Mizukuguri, Y-48, Wong Tau); вторая группа образцов в условиях засушлика зацвела на 5-10 дней раньше, чем на поливе -Qing da dou, Vavilov 63-17, 420, 7204, Tun san bai can ker; у остальных сортообразцов колебания периода всходы-цветение на поливе и без него составило 2-3 дня.

Первые бобы появились 2 июля. Фаза полного бобообразования (R4) отмечалась в зависимости от образца с 7 июля по 20 сентября, что составило от цветения (R2) до полного бобообразования (R4) от 20 до 50 дней. Налив бобов(R6) отмечался в зависимости от образца с 20 июля у самых скороспелых сортообразцов, до 5 октября у самых позднеспелых.

Изучаемый коллекционный материал в зависимости от созревания при наборе определенного количества положительных температур был разбит на 6-7 групп спелости в зависимости от суммы положительной температуры, накопленной за вегетационный период. Замечено, что при поливе образцы были дифференцированы по 6 группам, а при стрессе засухи на 7 (таблица3).

Таблица 3

Продолжительность вегетационного периода сои разных групп спелости (просчитанных по сумме положительных температур)

Группа спелости	Сумма положительных температур, С0	Вегетационный период, дни	Количество образцов, шт	
			полив	засуха
000	1700-2000	78-91	-	8
00	2000-2400	92-106	14	8

0	2400-2600	107-115	2	3
I	2600-2800	116-126	5	4
II	2800-3000	127-138	14	15
III	3000-3200	139-150	21	23
IV	Более 3200	Более 151	42	30
Не возшло			2	9

На засушнике 8 сортообразцов созрели быстрее, чем на поливе, тем самым им понадобилась меньшая сумма положительных температур, такая же картина прослеживается у очень поздних сортообразцов. В целом по коллекции при выращивании сортообразцов на поливе созревание происходило на 5-10 дней позже, чем на неполивном стационаре (рисунок 1, 2).

В результате исследований коллекционные сортообразцы были разделены на три группы у которых в условиях дефицита влаги вегетационный период 1) сократился, 2)увеличился и 3) остался на прежнем уровне (таблица 4).

Рисунок 1. Феноспектр скороспелых сортообразцов сои (000 и 00 групп спелости) в зависимости от режима орошения (1-полив, 2 – засушник)

Рисунок 2. Феноспектр ультрапозднеспелых сортообразцов сои (IV группы спелости) в зависимости от режима орошения (1-полив, 2 – засушник)

Таблица 4

Влияние степени орошения на длину вегетационного периода сои

Группа спелости	Количество образцов, шт		
	Вегетационный периодувеличился	Вегетационный период сократился	Вегетационный период остался на прежнем уровне
00	-	13	1
0	-	2	-
I	1	2	2
II	-	1	13

III	2	0	19
IV	-	13	29

Интересно отметить зависимость группы спелости и влияния уровня полива на продолжительность вегетационного полива. Так, в группе скороспелых сортообразцов у подавляющего большинства в условиях засухи сократился период вегетации, а в группе позднеспелых у большинства сортообразцов - остался на прежнем уровне.

Выделены три сортообразца у которых в отсутствии поливов вегетационный период увеличился – Comet (Канада), DV-254 (Россия), Dindone (Латвия) (рисунок 3).

Рисунок 3. Феноспектр сортообразцов сои с удлинённым вегетационным периодом в условиях засухи (1-полив, 2 – засухи)

Выводы. Изучение коллекционных сортообразцов в условиях полива и дефицита влаги позволило дифференцировать их по степени восприимчивости на данный стрессовый фактор. В группе скороспелых, среднеранних и среднеспелых сортообразцов происходил процесс сокращения периода вегетации, тем самым сортообразцы как бы пытались «уйти» от влияния данного стрессового фактора.

1. Государственная программа развития агропромышленного комплекса в РК на 2017-2021 годы
2. Sharma K.K., Lavanya M. Recent developments in transgenics for abiotic stress in legumes of the semi-arid tropics // JIRCAS Working Report. - 2002. - P. 61-73.
3. Dogan E., Kirnak H., Copur O. Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic conditions // Field Crops Research. -2007. - Vol. 103. - P.154-159.
4. Meckel L., Egli D.B., Phillips R.E., Radcliffe D., Leggett J.E. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans // Agron. J. - 1984. - Vol. 75. - P. 1027-1031.
5. Specht J.E., Hume D.J., Kumudini S.V. Soybean yield potential - a genetic and physiological perspective // Crop Sci. - 1999. - Vol. 39. - P. 1560-1570.
6. Давыденко О.Г., Голоенко Д.В., Розенцвейг В.Е. Подходы к селекции раннеспелых сортов сои // Сб. статей координационного совещания ВНИИМК им.В.С. Пустовойта. – Краснодар, 2004. – С.35-45/
7. Дидоренко С.В., Кудайбергенов М.С., Сидорик И.В., Спрягайлова Ю.Н., Сыдык Д.А. Экологическое изучение отечественных и зарубежных сортов сои в контрастных условиях Казахстана // Первый Международный Форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России», Омск 19-22 июля, 2016 – С. 41-44/
8. Дидоренко С.В., Спрягайлова Ю.Н., Абугалиева А.И. Селекция скороспелых сортов сои на востоке Казахстана // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018;179(1):63-77.<https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-1-63-77>
9. Rosenzweig V.E., Goloenko D.V., Davydenko O.G., Shablinskaya O.V. 2003. Breeding strategies for early soybeans in Belarus // Plant Breeding 122 (5): 456-458.
10. Вишнякова М.А., Сеферова И. В. Соя. Глава 6: «Генетические коллекции важнейших сельскохозяйственных культур» / В кн.Идентифицированный генофонд растений и селекция. - СПб, 2005. - С.841-849.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта – М.: Колос, 1973. – 250 с.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под.ред. С.О. Скокбаева. – Алматы: ГКСИСК, 2002. – 378 с.

13. Fehr W.R., Cavines C.E. Stages of soybean development. Cooperative Extension Service. - Ames, Iowa: Iowa State University, 1979. – 210 c.
-