

УДК 633.34-02:631.559:631.53.04

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ

*Светлана ШАКАЛИЙ, Алла БАГАН**Полтавская Государственная Аграрная Академия, Украина*

**Abstract.** The aim of our research was to analyze the influence of the properties of varieties, sowing dates and soil temperature on the field germination of seeds, the survival of soybean plants, the formation of yield and yield components (number of grains and seeds per plant and seed weight per plant), as well as to determine the quality indicators of soybean grain (thousand-seed weight, the amount of protein and oil). Seeds of three varieties (Vorskla, Angelica and Agat) were sown at the soil temperatures of 6, 8, 10 and 12°C. On the average over three years of research (2016-2018) soil temperature significantly influenced on the course of all developmental stages and on the duration of the vegetative period of all varieties. A clear tendency was found toward increasing field emergence rate, crop yield and productivity, as soil temperature at time of sowing became warmer. In all varieties the maximum values for these parameters were established in the variants that sowing was carried out at the soil temperature of 10 and 12°C. A similar trend was observed for grain quality parameters excepting oil content. An inverse dependence was found between protein content and oil content in grain.

**Key words:** Soybean; Variety; Sowing date; Field emergence; Yield, Protein; Oil.

**Реферат.** Целью наших исследований было проанализировать влияние свойств сортов, сроков посева и температуры почвы на полевую всхожесть семян, сохранность растений сои, формирование урожайности и продуктивности сои (количество бобов, количество семян и масса семян с одного растения), а также определение показателей качества зерна сои (масса 1000 семян, количество протеина и масла). Посев проводился семенами трех сортов сои (Ворскла, Анжелика и Агат) при температуре 6, 8, 10 и 12°C. В среднем за три года исследований (2016-2018 гг.) температура почвы существенно повлияла на прохождение всех фаз развития и продолжительность вегетационного периода. У всех трех исследованных сортов наблюдалась четкая тенденция к увеличению показателей полевой всхожести, урожайности и продуктивности по мере посева в более прогретую почву. Максимальные показатели были установлены в вариантах с посевом при температуре 10 и 12°C. Подобная тенденция была обнаружена также по показателям качества зерна, за исключением масличности. Выявлена обратно пропорциональная зависимость между содержанием протеина и содержанием масла в зерне.

**Ключевые слова:** Соя; Сорт; Срок сева; Полевая всхожесть; Урожайность; Протеин; Масло.

### ВВЕДЕНИЕ

Соя является одной из самых ценных сельскохозяйственных культур мирового земледелия. Универсальность культуры обуславливается уникальным химическим составом, в котором объединены 38-42 % белка, 18-23 % масла, 25-30 % углеводов, ферменты, витамины, минеральные вещества. Невозможно переоценить ее значение в биологизации земледелия. Выращивание сои благоприятно влияет на процессы гумификации, физические и физико-химические свойства почв, водный и питательный режимы, улучшает азотный баланс севооборота и повышает урожайность других культур севооборота (Абаев, А.А. 2008; Адамец, Ф.Ф. 2006).

Правильный выбор сорта - одна из решающих условий получения максимального урожая. В то же время выбор сорта является одним из самых доступных производству агромероприятий для снижения негативного воздействия лимитирующих факторов внешней среды на уровень урожайности сои, который в наибольшей степени обеспечивает пластичность культуры к конкретным условиям выращивания.

Качество зерна сои в значительной степени зависит от погодных условий вегетационного периода, особенно во время формирования бобов и созревания зерна. Однако в одних и тех же почвенно-климатических условиях возможно резко изменить процент содержания протеина и масла (Андрієць, Д.В. 2013).

Посев является одним из важнейших агротехнических мероприятий при выращивании сои. Проведенный правильно и в соответствующие сроки, он обеспечивает дружелюбное и быстрое появление всходов, что имеет особенно большое значение в борьбе с сорняками и большое влияние на формирование величины и качества урожая.

К сожалению, на сегодняшний день единого подхода к установлению оптимального срока

посева нет. Так, по данным А.А. Бабича (2000) при установлении оптимального срока посева необходимо руководствоваться календарным сроком посева и сеять сою после прогревания почвы до 12-14 °С на глубине заделки семян (Барсуков, С.С. 2002).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проводились в 2016-2018 годах на опытном поле хозяйства ПСП «Нагода» Новосанжарского района Полтавской области. По схеме агропочвенного районирования Украины территория опытного поля расположена в центральной части Лесостепи.

Почвенный покров опытного поля, где проводились исследования, представлен черноземом типичным глубоким средне - гумусовым крупнопилувато - среднесуглинковых на лессовых породах: глубина гумусного горизонта 40-46 см, гумусовой части профиля 127 – 132 см, содержание гумуса в слое 0-20 см 3,5 % сумма впитывания оснований 38,1, гидролитическая кислотность - 3,7 мг-экв / 100 г почвы, содержание легкогидролизованного азота за Корнфилдом - 11,2, подвижных  $P_2O_5$  и  $K_2O$  по Чирикову 13,0 и 10,6 мг на 100 г почвы .

Территория характеризуется умеренно континентальным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет + 7 °С, в июне - + 19-20 °С, в январе - минус 6-8 °С. Снежный покров лежит от 90 до 100 дней.

Схема опыта имела два фактора:

- фактор А - сорта;
- фактор В - срок посева при температуре почвы °С.

Фенологические наблюдения проводили в основные фазы роста и развития растений и оценивали урожайность и ее структуру. Всхожесть, массу 1000 семян - по ГОСТ 4138-2002. Биохимическую оценку определяли по показателям: содержание протеина титрометрическим методом (по Кьельдалю) по ГОСТ 13496.4-93; содержание масла - экстракционный методом, удаление его из семян этиловым эфиром (в аппарате Сокслета) по ГОСТ 108557-64.

Площадь посевного участка составила 72 м<sup>2</sup> (1,8 х 40 м), учетного - 64,8 м<sup>2</sup> (1,62 х 40 м). Размещение участков - рендомизованное, повторение 4-кратное. Предшественник – пшеница озимая. Обработку семян бактериальными препаратами проводили в день посева. Густота посева составляет 700 тыс. всхожих семян на гектар. Основное удобрение проводили разбросным способом: суперфосфат простой и калимагnezия перед вспашкой. Азотные удобрения под предпосевную культивацию вносили в виде аммиачной селитры с последующей заделкой в почву. Посев проводили с междурядьями 45 см. Глубина заделки семян 4-5 см. Внекорневую подкормку  $N_{10} + 10 + 10$  осуществляли путем опрыскивания раствором карбамида с помощью ручного ранцевого опрыскивателя в фазы: бутонизации (1), начало цветения (2), конец цветения - налив зерна (3). Сбор урожая проводился в фазу полной спелости комбайном Вольво-800.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Продолжительность периода вегетации определяет время формирования продуктивности растений, поэтому имеет важное значение в оценке эффективности исследуемого элемента технологии выращивания сои. В среднем за три года исследований сроки посева существенно повлияли на прохождение фаз развития и продолжительность вегетационного периода трех исследуемых сортов сои.

Соя относится к культурам, требовательным к температуре почвы и воздуха. Посев в оптимальный срок обеспечивает появление дружных всходов. Влияние температуры на процесс прорастания хорошо изучен, чем ниже температура, тем больше нужно времени от посева до всходов, тем медленнее проходит эта фаза и меньше прорастают семена. Авторы установили, что рост проростков происходит при более высокой температуре по сравнению с началом прорастания. По данным ряда авторов, минимальной температурой для прорастания в почве семян можно считать 6-7 °С, благоприятной 12-14 °С и вполне благоприятной - 15-20 °С (Бахмат, О.М. 2012). Большинство ученых считают, что при температуре ниже 6 °С семена долго не дают всходов и поражаются вредителями и болезнями, вследствие чего всходы изреживаются. Исследования А.А.

Бабича (2000) указывают на то, что при низкой температуре почвы проросток сои находится достаточно длительное время, больше, чем при оптимальной температуре (Белінський, Ю.В. 2013). В этом случае усложняется и борьба с сорняками, так как всходы сои задерживаются, они слабые, а некоторые сорняки сходят раньше и лучше, чем она, растут при более низких температурах. Показатели посевной всхожести семян изучаемых сортов за годы исследования приведены в табл. 1.

Следует отметить, что самыми высокими показателями полевой всхожести характеризовались посеы сорта Ворскла (85,9 %). Меньшее количество нормальных всходов было сформировано при посеве семенами сортов Анжелика (84,9 %) и Агат (84,2 %).

**Таблица 1.** Полевая всхожесть и сохранность растений сои в зависимости от сорта и сроков посева (среднее за 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Срок посева при температуре почвы, °С, (фактор В)	Количество растений на время полных всходов, шт./м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед сбором, шт./м <sup>2</sup>	Сохранность растений, %
Ворскла	6	51,9	79,8	48,0	92,6
	8	54,5	83,9	52,1	95,5
	10	55,6	85,6	53,7	96,6
	12	55,8	85,9	54,2	97,0
Анжелика	6	51,0	78,5	46,8	91,8
	8	53,7	82,6	50,8	94,6
	10	55,1	84,7	53,3	96,9
	12	55,2	84,9	53,5	97,0
Агат	6	50,1	77,1	45,5	90,8
	8	51,5	79,2	48,3	93,9
	10	54,7	84,2	52,6	96,1
	12	54,7	84,2	52,7	96,2

По фактору «срок посева» наблюдается тенденция к повышению показателей всхожести на более поздних сроках. Так, максимальный показатель полевой всхожести (85,9 %) был выявлен при посеве при температуре почвы 12 °С. Почти одинаковый показатель (84,7 %) был выявлен при посеве при температуре почвы 10 °С. Наименьшую всхожесть (77,1-79,8 %) обеспечил посев в ранние сроки при температуре почвы 6-8 °С.

Подобная тенденция была обнаружена по показателю сохранности растений. Больше всего сохранилось растений (96,9-97,0 %) при посеве в прогретую почву до 10 и 12 °С. В свою очередь, первый срок обусловил сохранность на уровне 90,8 %. Следует отметить, что самыми высокими показателями характеризовались посеы сорта Ворскла (97,0 %). Меньшее количество растений сохранилось перед сбором при посеве семенами сортов Анжелика (91,8 %) и Агат (90,8 %).

Основными показателями индивидуальной продуктивности растений сои является количество бобов, количество и масса семян, сформированных на одной особи. Количество бобов является сортовым признаком, но наряду с этим наблюдается влияние элементов технологии. По результатам трехлетних данных в среднем максимальное количество бобов было сформировано на растениях сорта Агат 21,2 шт. Несколько меньше у сорта Анжелика (18,5 шт.) и Ворскла (15,9 шт.) (табл. 2).

Посев в ранние сроки обусловил уменьшение показателя количества бобов на одном растении. Так, при посеве при температуре почвы 6 °С на растении было сформировано лишь 12,4 бобов. Максимальное количество бобов (20,8 и 21,2) было получено при посеве в прогретую почву до температуры 10 и 12 °С. Подобная тенденция к увеличению количества семян по мере посева в более прогретую почву наблюдается по показателю количества семян. Минимальное количество семян на растениях (30,2 шт.) было сформировано при посеве при температуре почвы 6 °С.

Посев в более прогретую почву обеспечил формирование при 8 °С - 33,7 шт. семян, а при 10 и 12 °С - 45,9 шт. семян. По результатам трехлетних данных в среднем максимальное количество семян было сформировано на растениях сорта Агат - 45,9 шт., Несколько меньше у сорта Анже-

лика (39,8 шт.). Минимальный показатель был у сорта Ворскла (30,2 шт.). Масса семян с одного растения является решающей составляющей урожайности посева.

**Таблица 2.** Продуктивность сои в зависимости от сорта и сроков посева (среднее за 2016–2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Срок посева при температуре почвы, °С, (фактор В)	Количество бобов на 1 растении, шт.	Количество семян на 1 растении, шт.	Масса семян с 1 растения, г
Ворскла	6	12,4	30,2	3,7
	8	15,0	33,7	4,3
	10	15,9	36,1	4,6
	12	15,9	36,3	4,8
Анжелика	6	13,3	32,9	4,0
	8	17,7	37,2	4,9
	10	18,5	39,8	5,4
	12	18,2	39,8	5,4
Агат	6	14,7	33,9	4,2
	8	19,4	42,1	5,6
	10	21,2	45,9	6,3
	12	20,8	45,7	6,3
НСР <sub>05</sub> , для фактора	А	2,1	4,5	0,5
	В	2,9	5,3	0,9
	АВ	4,7	8,5	1,2

Итак, по этому показателю среди исследуемых сортов высокое значение имел сорт Агат 6,3 г. Несколько меньшая масса семян была сформирована у сортов Анжелика (5,4 г) и Ворскла (4,8 г). По фактору «срок посева» выявлена четкая тенденция к увеличению массы семян по мере посева в более прогретую почву. Минимальная масса семян (3,7 г) сформирована при посеве при температуре почвы 6 °С. Посев в более прогретую почву обеспечил формирование при 8°С - 4,9 г; при 10 и 12°С - 5,4 и 6,3 г семян.

Урожайность - важнейший комплексный показатель хозяйственной ценности этой культуры, объединяющий индивидуальную продуктивность растений, биоценозный фактор и условия окружающей среды. Поэтому только при оптимальном сочетании последних можно ожидать высокую производительность культуры, что является результирующим признаком факториального действия систем потенциальной продуктивности и экологической устойчивости. Для получения максимально возможного урожая признаки продуктивности и устойчивости должны быть согласованы биологически так, чтобы в каждом отдельном случае они лучше соответствовали условиям окружающей среды с учетом теплолюбивости и требовательности к условиям природного влагообеспечения (Буджерак, А.И. 2003).

Урожайность - один из основных параметров, который характеризует эффективность исследуемых элементов технологии. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность была сформирована у сорта Агат 3,03 т / га (табл. 3).

Существенно меньшую урожайность (2,12 т / га) обеспечил сорт Ворскла, что подтверждается рассчитанной НСР<sub>05</sub>. По уровню урожайности сорт Анжелика занимал промежуточное положение 2,33 т / га. Следует отметить идентичную реакцию сортов на посев при разной температуре почвы. Так, установлено повышение урожайности при посеве по мере прогревания почвы: Ворскла от 1,66 до 2,40 т / га; Анжелика от 1,74 до 2,64 т / га; Агат от 1,77 до 3,02 т / га.

Также в среднем для исследуемых сортов выявлено влияние срока посева на урожайность зерна сои. Существенно более высокий уровень урожайности (2,66-2,69 т / га) был установлен при посеве при температуре почвы 10 и 12°С. Недобор урожая при посеве при температуре почвы 6°С - 0,97 т / га; при 8°С - 0,54 т / га. Результаты наших исследований нашли подтверждение у ряда других ученых о том, что низкий температурный режим на ранних этапах органогенеза может привести к снижению урожайности сои на 25% и более (Блащук, М. И. 2007).

**Таблица 3.** Урожайность семян сои в зависимости от сорта и сроков посева (среднее за 2016-2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Срок посева при температуре почвы °С, (фактор В)	Урожайность, т/га	Среднее для фактора А	Среднее для фактора В
Ворскла	6	1,66	2,12	1,72
	8	2,10		2,15
	10	2,31		2,66
	12	2,40		2,69
Анжелика	6	1,74	2,33	
	8	2,29		
	10	2,65		
	12	2,64		
Агат	6	1,77	2,58	
	8	2,48		
	10	3,03		
	12	3,02		
НСР <sub>05</sub> , т/га, для фактора: А – 0,10; В – 0,11; АВ – 0,19				

К основным показателям качества семян сои относятся масса 1000 шт. семян, содержание протеина и масла. Масса 1000 семян характеризует крупность семян. В среднем за годы исследований среди исследуемых сортов высокое значение имел сорт Агат 137,9 г. Несколько меньшая масса 1000 семян была сформирована у сортов Анжелика (135,7 г) и Ворскла (131,3 г).

По фактору «срок посева» имеется тенденция к увеличению массы 1000 семян по мере посева в более прогретую почву. Минимальная масса семян (122,1 г) сформирована при посеве при температуре почвы 6°С у сорта Ворскла. Посев в поздние сроки обеспечил формирование более крупных семян у сорта Анжелика при 8оС - 130,4 г 10 оС - 135,7 г 12 оС - 134,7 г (табл. 4).

**Таблица 4.** Качество зерна сои в зависимости от сорта и сроков посева (среднее за 2016-2018 гг.)

Сорт (фактор А)	Срок посева при температуре почвы °С, (фактор В)	Масса 1000 шт. семян, г	Содержание протеина, %	Содержание масла, %
Ворскла	6	122,1	32,8	20,8
	8	128,8	35,9	20,3
	10	128,4	36,2	20,1
	12	131,3	36,4	20,3
Анжелика	6	121,7	31,6	21,8
	8	130,4	34,1	21,2
	10	135,7	35,3	21,3
	12	134,7	35,3	21,2
Агат	6	124,4	32,5	21,3
	8	132,4	35,1	20,7
	10	137,9	35,9	20,3
	12	137,7	35,7	20,5

Содержание протеина - один из основных свойств зерна, ради которого выращивают сою. В зависимости от сортовых особенностей этот показатель варьирует в пределах 30-36 %. Так, максимальное количество протеина зерна обнаружено у сорта Ворскла (36,4 %), несколько меньший показатель у сортов Анжелика (35,3 %) и Агат (35,9 %). В среднем минимальное содержание протеина (31,6 %) у сорта Анжелика при температуре почвы 6 ° С.

Масличность зерна изучаемых сортов находилась в пределах 20,1-21,8 %. Следует отметить, что по фактору «срок посева» тенденция была несколько иной, чем при изучении содержания протеи-



на. В среднем высоким содержанием масла (21,8 %) в зерне сои характеризовались средние посева. Посев в прогретую почву до температуры 10-12 °С обусловил накопление 21,8 % масла.

Нашими исследованиями подтверждены результаты других ученых об обратной пропорциональной зависимости между содержанием протеина и содержанием масла в зерне. Этот факт объясняется тем, что общим первичным продуктом для синтеза белка и масла являются углеводы. По мнению Л.Н. Величко (2006), накопление масла в семенах осуществляется в три этапа. В начале налива семян при высокой влажности и интенсивном разделении накапливаются в основном углеводы, а фосфолипиды используются для построения клеточных мембран. Для второго периода характерно снижение влажности семян, активное накопление жиров и белков. Содержание углеводов снижается, в масле медленно исчезают свободные кислоты и глицериды. На последнем этапе происходят снижение влажности, прекращение анаболических процессов, семена способны давать всходы.

### ВЫВОДЫ

Выявлено повышение урожайности при посеве по мере прогревания почвы: у Ворсклы от 1,66 до 2,40 т / га; у Анжелики от 1,74 до 2,65 т / га; у Агата от 1,77 до 3,03 т / га. Для исследуемых сортов выявлено влияние срока посева на урожайность зерна сои. Существенно более высокий уровень урожайности (2,66 и 2,69 т / га) был установлен при посеве при температуре почвы 10 и 12 °С. Недобор урожая при посеве при температуре почвы 6 °С - 0,97 т / га; при 8 °С - 0,54 т / га.

По результатам расчетов наибольшее содержание протеина (36,2 и 36,4 %) был у сорта Ворскла при посеве при температуре почвы 10 и 12 °С. Именно на этих сроках посева зафиксированы наибольшие уровни сбора протеина для сортов Анжелика (35,3 %) и Агат (35,9 и 35,7 %).

Максимальное содержание масла (21,8 %) было получено из посевов сорта Анжелика при посеве при температуре почвы 10 и 12 °С. Несколько меньшие показатели определены у сортов Ворскла (20,5 %) и Агат (21,3 %).

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. АБАЕВ, А.А., АДИНЬЯЕВ, Э.Д., ЭСХАДЖИЕВА, Х.Х. (2008). Использование цеолитов для повышения продуктивности сои. В: *Агрохимия*, № 2, с. 26–32. ISSN 0002-1881.
2. АДАМЕНЬ, Ф.Ф., ВЕРГУНОВ, В.А., ЛАЗЕР, П.Н., ВЕРГУНОВА, И.Н. (2006). *Агробиологические особенности возделывания сои в Украине*. Київ: Аграрна наука. 456 с.
3. АНДРІСЦЬ, Д.В. (2013). *Управління продуктивністю сої за інтенсифікації технології вирощування у правобережному Лісостепу України* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2013. 20 с.
4. БАБИЧ, А.О., КОЛІСНИК, С.І., СЕМЦОВ, А.В. та ін. (2000). *Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України* У: *Зб. наук. праць Вінницького ДАУ*, вип. 7, с. 10-13.
5. БАРСУКОВ, С.С., ЛЕУСОВА, Н.Г., БАРСУКОВ, А.С. (2002). Урожайность сои в зависимости от доз органических и минеральных удобрений. В: *Кормопроизводство*, № 10, с. 26-27. ISSN 1562-0417.
6. БАХМАТ, О.М. (2012). *Модельювання адаптивної технології вирощування сої* : монографія. Кам'янець-Подільський. 436 с.
7. БЕЛІНСЬКИЙ, Ю.В. (2013). *Продуктивність сої залежно від способів сівби в умовах східної частини лівобережного Лісостепу України*. У: *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*, вип. 14, с. 21-29.
8. БЛАЩУК, М.І. (2007). *Продуктивність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 19 с.
9. БУДЖЕРАК, А.І., БЛАЩУК, М.І. (2003). *Агроекологічні та біоенергетичні засади вирощування сої*. У: *Зб. наук. праць Уманського держ. аграрного ун-ту*, с. 687-691.
10. ВЕЛИЧКО, Л.Н. (2006). Залежність початкових процесів росту сої від регуляторів росту рослин. У: *Вісник Уманського держ. аграрного ун-ту*, № ½, с. 38-40.

Data prezentării articolului: 24.01.2019

Data acceptării articolului: 02.03.2019