

**Abstract:** Studied accumulation of crude protein in vegetative organs and grain and accumulation of crude fat in grain of soybean varieties of northern ecotype. The estimation of the amount of crude protein in the soy plant organs in different phases of ontogenesis in contrasting weather conditions was made. The effect of weather conditions, high-quality features and technological methods on the content of crude protein and crude fat in soybean grain was investigated. Established prevailing role of year conditions, as compared to varietal differences and elements of technology in formation of qualitative characteristics of soybean. In weakly dry conditions protein and fat content in grain is higher than in wet years. According to long term data the maximum content of crude protein in grain was observed at varieties of Lancetnaya and Krasivaya Mecha - 39,0-41,1 %, crude fat - of the Lancetnaya – 24,0 %. Established positive effect of combined use of inoculation and starting dose of mineral nitrogen  $N_{30}$  on increase of crude protein content in grain for varieties Mageva and Lancetnaya and potassium humate for Mezenka and Zusha.

**Keywords:** soybean, crude protein, crude fat, varieties, weather conditions, agricultural practices.

УДК 635.655:581.1

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПО ФАЗАМ ОНТОГЕНЕЗА НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН СОИ

**О.В. ЕРМОЛИНА**, кандидат сельскохозяйственных наук

**О.В. КОРОТКОВА\***

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

\*ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ИМЕНИ И.Г. КАЛИНЕНКО»

E-mail: ErmolinaOV82@mail.ru

*В статье приведена оценка влияния гидротермического коэффициента по фазам онтогенеза на урожайность семян сои путём построения экспериментальных графиков зависимостей по усреднённым данным. На основе теоретических зависимостей определены оптимальные диапазоны значения гидротермического коэффициента по фазам онтогенеза.*

**Ключевые слова:** гидротермический коэффициент, фаза онтогенеза, урожайность семян, соя.

Глобальное изменение климата на Европейской территории России привело за последние два с половиной десятилетия к изменению климатических условий различных районов, расположенных на территории Южного федерального округа и, в частности, Ростовской области. Агроклиматические изменения климата одни из наиболее существенных в ряду многих экономических и экологических последствий этого глобального феномена. Формирование урожая семян и его сбор в значительной степени (более 30 %) зависят от метеорологических факторов [1].

Соя является важнейшей культурой в мировом земледелии, получившей широкое распространение. Это обуславливается комплексом ценных свойств культуры, её многоцелевым использованием, а также агрономическими и экологическими преимуществами по сравнению со многими сельскохозяйственными культурами [2].

Максимальная урожайность семян сои формируется при сочетании оптимальных значений факторов внешней среды, в том числе и метеорологических элементов. Максимальный прирост продуктивности при оптимальных значениях элементов среды является биологическим свойством растений и представляет собой одну из важнейших особенностей реакции на внешние условия в определённой местности [3].

Соя относится к теплолюбивым растениям. Для полного вызревания и формирования высокой продуктивности растениям сои необходима оптимальная сумма активных температур за вегетацию 1700-3200°C в зависимости от группы спелости.

Оптимальная температура воздуха создаёт благоприятные условия для повышения биологической активности, жизнеспособности и продуктивности растений. Понижение температуры замедляет скорость химических процессов, при этом биологическая активность, жизнеспособность и продуктивность растений снижаются, даже если сопутствующие факторы находятся в оптимуме [2].

Вместе с тем растения сои отрицательно относятся к высоким температурам и уже при температуре 35°C скорость роста значительно снижается, происходит перерасход влаги на транспирацию и преждевременное увядание листьев, сбрасывание завязей [3].

Высокая среднесуточная температура приводит так же к опаданию бутонов и цветков, а при повышении температуры во второй период вегетации усиливается синтез белков, жиров и снижается содержание углеводов.

Соя по происхождению относится к растениям влажного муссонного климата и генетически предрасположена к высокой отзывчивости на улучшение обеспеченности влагой. На формирование единицы урожая она расходует воды больше, чем другие зернобобовые культуры.

Критический период в водопотреблении за вегетационный период у растений сои приходится на цветение, образование и рост бобов. В эти фазы развития особенно опасна воздушная засуха, которая может вызвать частичное или полное опадение генеративных органов.

Однако при избытке влаги в почве затрудняется дыхание корней и клубеньков, наблюдается их гибель, в результате нарушается поступление питательных веществ в растения, снижается продуктивность.

В течение периода развития растений сои потребность в тепле не постоянна: она возрастает от прорастания к формированию семян, а в процессе созревания семян несколько уменьшается.

Таким образом, для благоприятного роста и развития сои необходимы оптимальная температура воздуха и количество осадков.

#### Материалы и методы

Для проведения исследований послужили данные о метеорологических условиях за 1991-2015 гг. (24 года) по метеостанции г. Зернограда.

В качестве объекта исследований использовали сорта сои селекции ВНИИЗК имени И.Г. Калиненко. Средние значения временной вариабельности урожайности семян представлены в табл. 1.

Таблица 1

#### Средние значения урожайности семян и показатели вариации сортов сои (1992-2015 гг.)

Сорт	Урожайность семян, ц/га			Размах вариации	Коэффициент вариации, V%
	средняя	min	max		
<i>раннеспелая группа</i>					
Весёловская 5	11,6	1,0	23,5	22,5	63,2
<i>среднеранняя группа</i>					
Зерноградская 2	12,0	0,1	26,5	26,45	58,6
<i>среднеспелая группа</i>					
Весёловская 3	12,7	1,0	28,0	27,0	63,0

Полевые опыты проводились по общепринятым методикам [4, 5]. Сорта сои Весёловская 5, Зерноградская 2 и Весёловская 3 высевались на делянках, площадью – 50 м<sup>2</sup>, в четырёх – кратном повторении.

В таблице 2 приведены значения интегрированного показателя атмосферных осадков и температуры воздуха – гидротермического коэффициента (ГТК) за 1992-2015 гг., который

показывает, что в течение 24 лет наблюдений средний ГТК за вегетационный период сои варьировал в широких пределах: от 0,39 (2007 г.) до 1,39 (2000 г.). Коэффициент вариации  $V=31,5\%$ , что связано, в первую очередь, с динамикой выпавших осадков. Наиболее продуктивным для формирования высокого урожая семян сои был 1997 год (урожайность семян 23,5-28,0 ц/га) значение гидротермического коэффициента равно 1,24, превышение над средним многолетним (0,82) составило 0,42 или 51 % соответственно.

Таблица 2

**Динамика гидротермического коэффициента за вегетационный период сои (1992-2015 гг.)**

Год	ГТК		
	ГТК за вегетацию	отклонение от нормы	
		±	%
Среднемноголетнее	0,82	-	-
1992	1,18	+	44
1993	1,06	+	29
1994	0,46	-	44
1995	0,89	+	9
1996	1,13	+	38
1997	1,24	+	51
1998	0,61	-	26
1999	0,74	-	10
2000	1,39	+	70
2001	0,86	+	5
2002	0,77	-	6
2003	0,70	-	15
2004	0,87	+	6
2005	0,64	-	22
2006	1,14	+	39
2007	0,39	-	52
2008	0,76	-	7
2009	0,97	+	18
2010	0,64	-	22
2011	0,67	-	18
2012	0,58	-	29
2013	0,74	-	10
2014	0,57	-	30
2015	0,69	-	16
$\sigma$	0,26		
$v, \%$	31,5		

### Результаты

Величина гидротермического коэффициента оказывает неоднозначное влияние на рост и развитие растений сои в зависимости от фазы его развития. Вегетационный период сои делится на пять основных фаз онтогенеза (рис. 1).

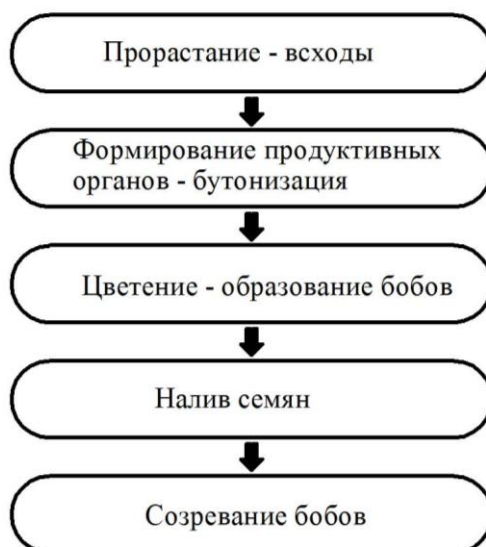


Рис. 1. Основные фазы онтогенеза растений сои

Для оценки влияния гидротермического коэффициента на урожайность семян сои по фазам онтогенеза сои были построены экспериментальные графики зависимостей (табл. 3).

В результате анализа графических зависимостей между гидротермическим коэффициентом и урожайностью семян выявлено неоднозначное влияние по фазам онтогенеза сои.

Так в фазу прорастание – всходы наиболее благоприятные условия для растений складываются при достаточном увлажнении (ГТК 1,0-1,5), недостаточное увлажнение (ГТК <1,0) и избыточное увлажнение (ГТК >1,5) оказывают негативное влияние на формирование урожайности семян сои.

В фазу формирования продуктивных органов – бутонизации потребность растений сои во влаге снижается, достаточная продуктивность 12-14 ц/га была сформирована в засушливых условиях (ГТК 0,5-0,7) и условиях недостаточного увлажнения (ГТК 0,7-1,0), при достаточном и избыточном увлажнении продуктивность растений снижалась.

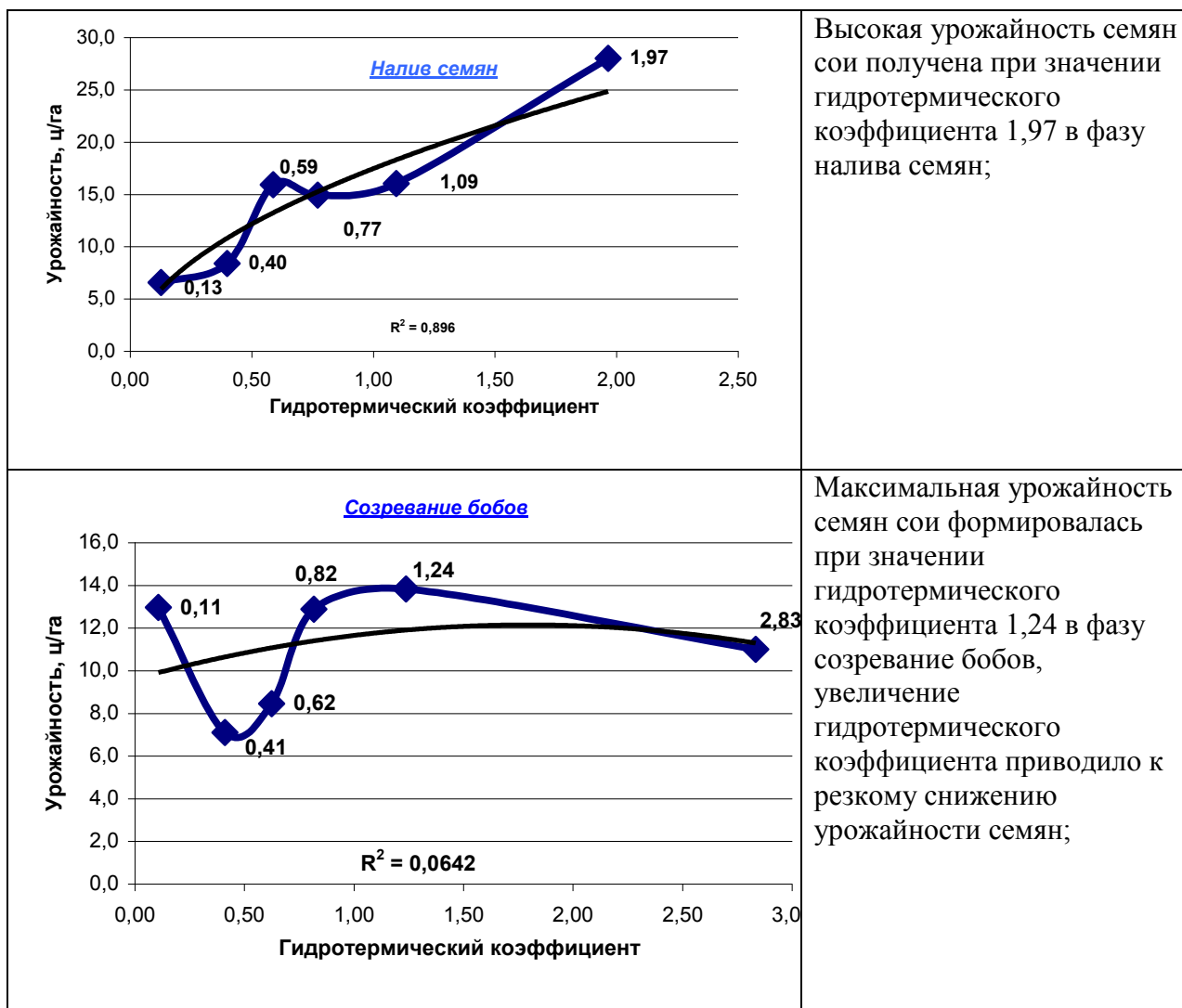
Фазы цветения – образования бобов и налива семян характеризуются максимальным влагопотреблением у растений, наблюдается прямолинейная зависимость между урожайностью и влагообеспеченностью растений, максимальные урожайности формируются при избыточном увлажнении (ГТК >1,5).

В фазу созревания бобов потребности растений во влаге резко снижаются, оптимальным является режим недостаточного увлажнения (ГТК 0,7-1,0), увеличение количества влаги приводит к незначительному снижению урожайности, в тоже время дальнейшее снижение количества осадков режим сухо (ГТК 0,3-0,5) приводит к резкому, пикообразному снижению урожайности. Именно этот режим, который характеризуется позднелетними засухами, наносит наибольший вред сое. При этом растения сбрасывают уже завязавшиеся бобы и листья.

Таблица 3

**Экспериментальные зависимости влияния гидротермического коэффициента на урожайность семян сои по фазам онтогенеза**

Экспериментальная зависимость между гидротермическим коэффициентом и урожайностью семян по фазам онтогенеза сои	Анализ экспериментальных зависимостей
<p><u>Прорастание-всходы</u></p> <p>Урожайность, ц/га</p> <p>Гидротермический коэффициент</p> <p><math>R^2 = 0,9681</math></p>	<p>Максимальная урожайность семян сои формировалась при значении гидротермического коэффициента 1,23 в фазу прорастание - всходы; увеличение гидротермического коэффициента семян значительно снижало урожайность семян</p>
<p><u>Формирование продуктивных органов - бутонизация</u></p> <p>Урожайность, ц/га</p> <p>Гидротермический коэффициент</p> <p><math>R^2 = 0,8988</math></p>	<p>Высокая урожайность семян сои получена при значении гидротермического коэффициента 0,9 в фазу формирования продуктивных органов - бутонизация;</p>
<p><u>Цветение - образование бобов</u></p> <p>Урожайность, ц/га</p> <p>Гидротермический коэффициент</p> <p><math>R^2 = 0,9466</math></p>	<p>Максимальная урожайность семян сои формировалась при значении гидротермического коэффициента 1,63 в фазу цветение – образование бобов;</p>



С целью определения степени и направления влияния погодно-климатических условий на урожайность семян сои по фазам онтогенеза проведен корреляционный анализ Пирсона (рис. 2).

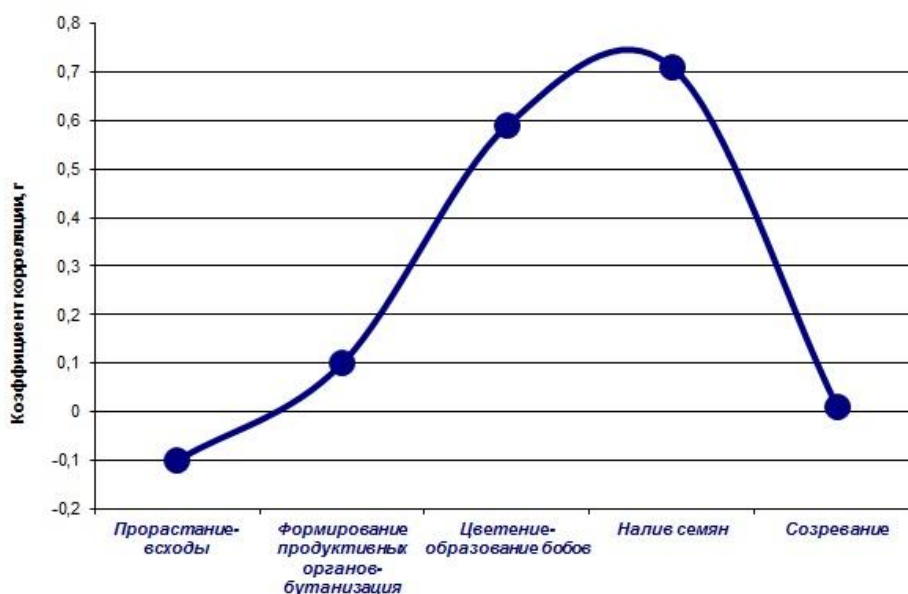


Рис. 2. Регрессионная зависимость между урожайностью семян и гидротермическим коэффициентом по фазам онтогенеза, г

Потребность во влаге у растений сои за период вегетации неодинакова, это отражает регрессионная зависимость гидротермического коэффициента на формирования урожайности семян по фазам онтогенеза. В наших исследованиях получена зависимость в виде параболы, на которой максимум приходится на фазу налива семян (рис.2). Полученная зависимость отражает биологические свойства растений и показывает, что увеличение коэффициента ГТК в фазы формирования продуктивных органов – бутонизации ( $r=0,1$ ), цветение – образование бобов ( $r=0,59$ ), налив семян ( $r=0,71$ ) вызывает рост урожайности семян и достижения её максимума. Увеличение ГТК в фазы прорастание – всходы ( $r=-0,1$ ), созревания ( $r=-0,1$ ) отрицательно влияет на формирование урожайности семян, или влияние отсутствует.

### Выводы

1. В условиях Южной зоны Ростовской области определены оптимальные значения гидротермического коэффициента по фазам онтогенеза сои при которых эта культура достигает максимальной урожайности семян: в фазу прорастание – всходы – 1,23; формирование продуктивных органов – бутонизация – 0,90; цветение-образование бобов – 1,63; налив семян – 1,97 и в фазу созревания ГТК составил 1,24.

2. Определена прямая средняя и высокая зависимость влияния ГТК в Южной зоне Ростовской области на урожайность сои от ГТК в фазы цветение – образование бобов ( $r=0,59$ ) и налив семян ( $r=0,71$ ).

### Литература

1. Устенко А.А. Влияние гидротермических факторов на изменчивость хозяйственно ценных признаков подсолнечника в Ростовской области: Автореферат дисс... на соискание ученой степени кандидата биол. наук. – Ростов-на-Дону, 2012. – 23 с.
2. Ермолина О.В. Влияние метеорологических условий на урожайность семян сои. //Сборник материалов научно-практической конференции «Научное обеспечение агропромышленного комплекса Юга России», Майкоп, 2013. – С. 54-62.
3. Ермолина О.В. Влияние температуры воздуха и количества осадков по фазам онтогенеза на урожайность семян сои. // Сборник региональной научно-практической конференции «АПК Юга России: состояние и перспективы», Майкоп, 2014. – С.143-147.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., – М. Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. 2-й. – М.: Колос, 1985. – 194 с.

## EFFECT OF HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE PHASES OF ONTOGENESIS ON THE YIELD OF SOYBEAN SEEDS

O.V. Ermolina, O.V. Korotkova \*

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

\*FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF CEREALS

NAMED AFTER I.G. KALINENKO»

**Abstract:** *The article presents the evaluation of the influence of hydrothermal coefficient over the phases of ontogenesis on the yield of soybean seeds by constructing experimental graphs on the averaged data. On the basis of the theoretical curves the optimal ranges of values of the hydrothermal coefficient on ontogeny phases were determined.*

**Keywords:** hydrothermal coefficient, phase of ontogenesis, productivity of seeds, soy.