



## **ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА МЕЖФАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ ГОРОХА В ЮЖНОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**О. В. ЕРМОЛИНА,**

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией,

Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И. Г. Калининко

(347740, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: ermolinaov82@mail.ru)

*Ключевые слова:* горох, фаза развития, вегетационный период, корреляционная зависимость, количество осадков, температура воздуха.

Благодаря короткому вегетационному периоду и высокой холодостойкости горох получил широкое распространение в сельхозпроизводстве. К достоинствам этой культуры можно отнести высокую азотофиксирующую способность, делающую ее хорошим предшественником для зерновых озимых культур. Однако вегетационный период растений гороха варьирует в широких пределах и в большей степени зависит от гидротермических условий произрастания. Сложившаяся в последнее время тенденция ранних сроков посева семян в непрогретую почву приводит к затягиванию фазы «всходы – цветение», вследствие этого происходит увеличение вегетационного периода гороха. Цель исследования – оценка влияния гидротермических условий возделывания на фазы онтогенеза и вегетационный период гороха в целом. Исследования проводились в условиях неустойчивого увлажнения южной зоны Ростовской области. Значительные различия гидротермических условий возделывания по годам исследований позволили выполнить всестороннюю оценку их влияния на рост и развитие растений гороха. В статье приведен анализ влияния средних температур и количества осадков на межфазные периоды развития гороха. Выявлены существенные различия тепло- и водопотребления гороха в течение всего вегетационного периода. Определена реакция растений гороха на повышение температуры воздуха ( $r = -0,92$ ) и количества осадков ( $r = 0,69$ ) в межфазные периоды развития. Установлены оптимальные гидротермические условия для благоприятного роста и развития растений гороха: средняя температура воздуха – 19–22 °С, количество осадков – 75–85 мм. Выявлены реакции фаз онтогенеза на изменение гидротермических условий. Доказана неоднозначность влияния средних температур и количества осадков на фазы онтогенеза и вегетационный период в целом.

## **INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON INTERPHASE PERIODS OF PEAS GROWING IN THE SOUTHERN AREA OF THE ROSTOV REGION**

**O. V. ERMOLINA,**

candidate of agricultural sciences, head of the laboratory,

All-Russian Scientific Research Institute of Grain Crops of I. G. Kalinenko

(3 Nauchny gorodok Str., 347740, Zernograd; e-mail: ermolinaov82@mail.ru)

*Keywords:* peas, phase of development, vegetation period, correlation, amount of precipitations, air temperature.

Due to a short vegetation period and high cold resistance peas is widely spread in agriculture. One of its advantages is high nitrogen-fixing ability that makes peas a good ancestor for winter grain crops. However vegetation period of peas widely varies and largely depends on hydrothermal growing conditions. The current tendency of early sowing of peas in a cold soil results in delaying the period “sprout – blossom” and thus enlarges vegetation period of peas. The aim of the study is an assessment of effect of hydrothermal cultivation conditions on phases of ontogenesis and vegetation period of peas on the whole. The researches were carried out in the southern area of the Rostov region with unstable moisture. Significant differences of hydrothermal cultivation conditions allowed making complete assessment of their effect of growth and development of peas. The article presents the analysis of influence of average temperatures and amount of precipitations in interphase periods of peas growing. We have determined definite traits of heat and water consumption during the whole vegetation period of peas. The response of peas on air temperature rise and amount of precipitations in interphase periods of peas growing has been determined as well. The best hydrothermal conditions for favorable growth and development of peas have been established: they are 19–22 °C of average air temperature and 75–85 mm of precipitations. The response of the phases of ontogenesis on a change of hydrothermal conditions has been found. The ambiguity of the influence of average temperatures and precipitation on the phases of ontogenesis and on the vegetation period on the whole is proved.

*Положительная рецензия представлена Л. П. Бельтюковым, почетным работником науки и техники РФ, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Азово-Черноморского инженерного института Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде.*



В южной зоне неустойчивого увлажнения Ростовской области большой интерес для производства представляет зернобобовая культура горох (*Pisum sativum* L.). Широкое распространение гороха обусловлено высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу, и высокой урожайностью во всех природно-климатических зонах. Важную роль горох играет и как лучший предшественник под зерновые культуры [1, 5].

Горох – культура малотребовательная к почвенно-климатическим условиям, о чем свидетельствует его широкое распространение по территории России. Однако только оптимальные погодно-климатические условия позволяют реализовать высокий потенциал, свойственный этой культуре, путем получения высоких урожаев [9, 10].

**Цель и методика исследований.** Цель данных исследований – оценить влияние гидротермических условий на межфазные периоды развития растений гороха в южной зоне Ростовской области. Полевые исследования выполнялись на полях ВНИИЗК в течение пяти лет (2011–2015 гг.).

Почвенный покров опытных участков представлен обыкновенным черноземом (предкавказский карбонатный). Климат зоны – континентальный, с неустойчивым увлажнением. Годовое количество осадков составляет 450–500 мм, но они характеризуются неравномерным распределением в течение года.

За годы исследования количество осадков за вегетационный период гороха (март – июнь) варьировало от 85,2 до 163,4 мм. Сумма средних среднесуточных температур воздуха за вегетационный период составила от 1451,8 до 1704,5 °С. В течение пяти лет наблюдений средний показатель ГТК за вегетационный период гороха в южной зоне Ростовской области варьировал от 0,5 (сухо) до 1,1 (достаточное увлажнение), что связано с динамикой выпавших осадков.

Наиболее благоприятным для вегетации растений гороха по температурному и водному режиму был 2015 г. (рис. 1).

В качестве объекта исследований использовались образцы мировой коллекции ВИР, селекционные линии и сорта гороха, созданные во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко, в количестве 100 образцов.

Посев коллекционного питомника проводился в третьей декаде марта. Норма высева составила 1,2 млн шт. всхожих семян на 1 га. Образцы высевались на делянках площадью 10 м<sup>2</sup> в трехкратном повторении.

Полевые опыты проводили в соответствии с методическими указаниями ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, методикой полевого опыта Б. А. Доспехова, Международного классификатора СЭВ рода *Pisum* L. (1985) [2, 7, 8]. Статистическую обработку данных проводили с использованием ЭВМ, программы Microsoft Excel.

**Результаты исследований.** Рост и развитие растений гороха во многом определяется сочетанием количества тепла и влаги за вегетационный период, а также индивидуальной реакцией сортов на эти условия, обусловленной генотипом. Обилие осадков и высокая относительная влажность воздуха, как и понижение температуры воздуха, приводят к увеличению продолжительности вегетационного периода [4].

Длительность периода вегетации гороха зависит в основном от продолжительности двух основных фаз: «всходы – цветение» и «цветение – созревание». В период «всходы – цветение» происходит рост и развитие репродуктивных органов, способствующих накоплению вегетативной массы [10]. В наших исследованиях средняя продолжительность этого периода варьировала от 36 до 49 сут., коэффициент вариации V = 13,1 %.

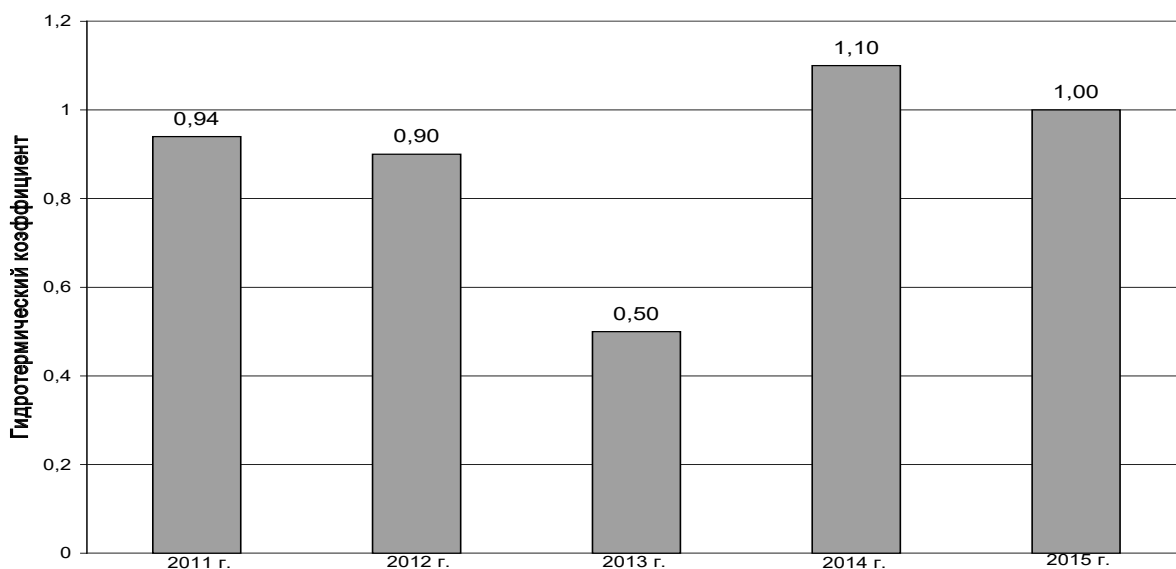


Рис. 1. Гидротермический коэффициент за вегетационный период гороха, по данным метеостанции г. Зернограда

Таблица 1

Продолжительность и гидротермическое обеспечение основных фаз развития гороха, 2011–2015 гг.

Год	Период						Вегетационный период		
	«всходы – цветение»			«цветение – созревание»			Суток	°С	мм
	Суток	°С*	мм**	Суток	°С*	мм**			
2011	36	19,6	31,9	36	24,9	91,5	72	22,3	123,4
2012	37	19,3	66,5	42	18,7	46,6	79	19,0	113,1
2013	38	17,2	34,9	34	22,4	24,6	72	19,8	59,5
2014	40	16,6	106,6	41	23,4	87,8	81	20,0	194,4
2015	49	14,4	101	31	21,5	117,5	80	18,0	218,5
V, %	13,1	12,2	51,7	12,7	10,4	50,7	6,5	8,0	45,4

Примечание: \* средняя температура воздуха; \*\* сумма осадков за период.

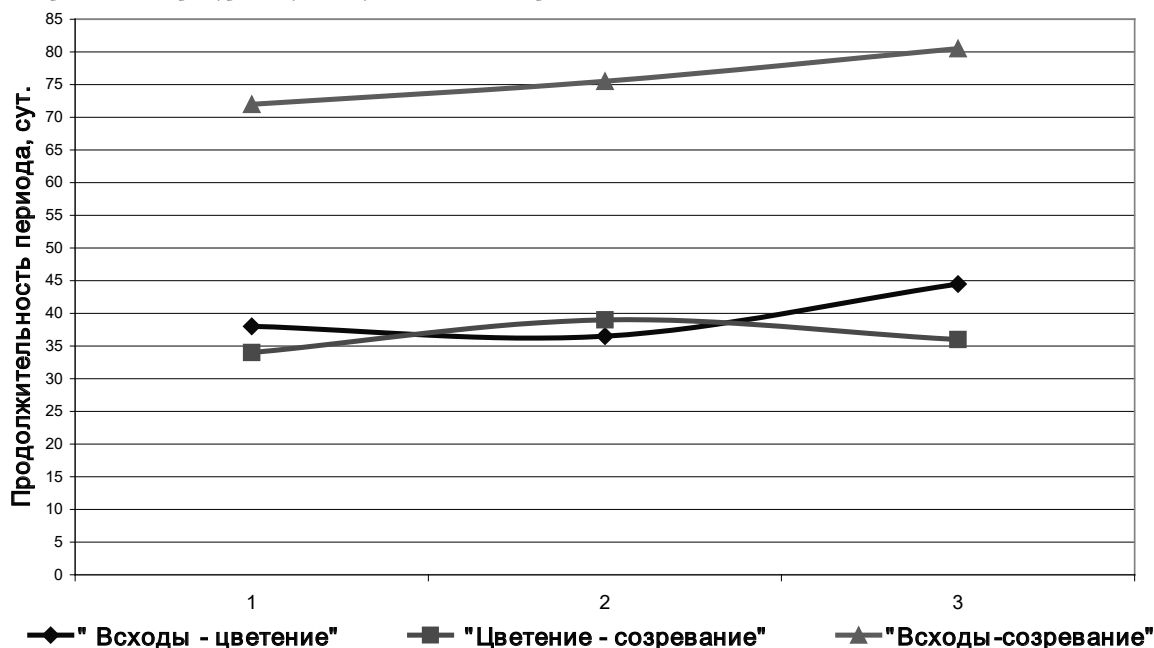


Рис. 2. Продолжительность межфазных периодов развития гороха в зависимости от гидротермических условий, сут.: условия произрастания: 1 - засушливые (2013 г., ГТК = 0,5); 2 - благоприятные (2011–2012 гг., ГТК = 0,9); 3 - влажные (2014–2015 гг., ГТК = 1,1)

В фазе «цветение – созревание» растение гороха формирует число семян в бобе, и происходит налив семян. Продолжительность этого периода также в значительной степени зависит как от условий произрастания, так и от сортовых особенностей. В среднем продолжительность межфазного периода «цветение – созревание» варьировала от 31 до 42 сут., коэффициент вариации  $V = 12,7\%$ .

Количество осадков, выпавших за определенный период развития растений гороха в годы исследований, характеризовалось значительной изменчивостью. Коэффициенты вариации осадков, выпавших за период «всходы – цветение» и «цветение – созревание»,  $V = 51,7\%$ ,  $50,7\%$  соответственно. В связи с этим отмечено значительное колебание продолжительности периода вегетации гороха от 72 до 81 сут.,  $V = 6,5\%$  (табл. 1).

Период развития гороха от всходов до цветения в наших исследованиях не превышал 13 сут., что при коэффициенте вариации  $V = 13,1\%$  говорит о незначительной изменчивости признака.

С увеличением количества осадков происходит увеличение межфазного периода «всходы – цветение» на 4–6 сут., а фаза «цветение – созревание» сокращается на 2–5 сут., при этом в целом вегетационный период увеличивается от 2 до 8 сут. (рис. 2).

От погодно-климатических условий зависит и соотношение продолжительности основных фенофаз вегетационного периода гороха. В наших исследованиях фаза «всходы – цветение» в увлажненные годы увеличивалась до 5 сут., а фаза «цветение – созревание» резко сокращалась до 5 сут. (рис. 3).

Повышение влагообеспеченности растений гороха привело к увеличению вегетационного периода с одновременным изменением соотношения продолжительности межфазных периодов развития. Если в благоприятные по увлажнению годы (2011–2012 гг.) преобладает фаза «цветение – созревание», то избыточное увлажнение (2015 г.) приводит к увеличению фазы «всходы – цветение». В засушливых условиях (2013 г.) наблюдалось равенство основных фаз развития гороха – «всходы – цветение» и «цветение – созревание».

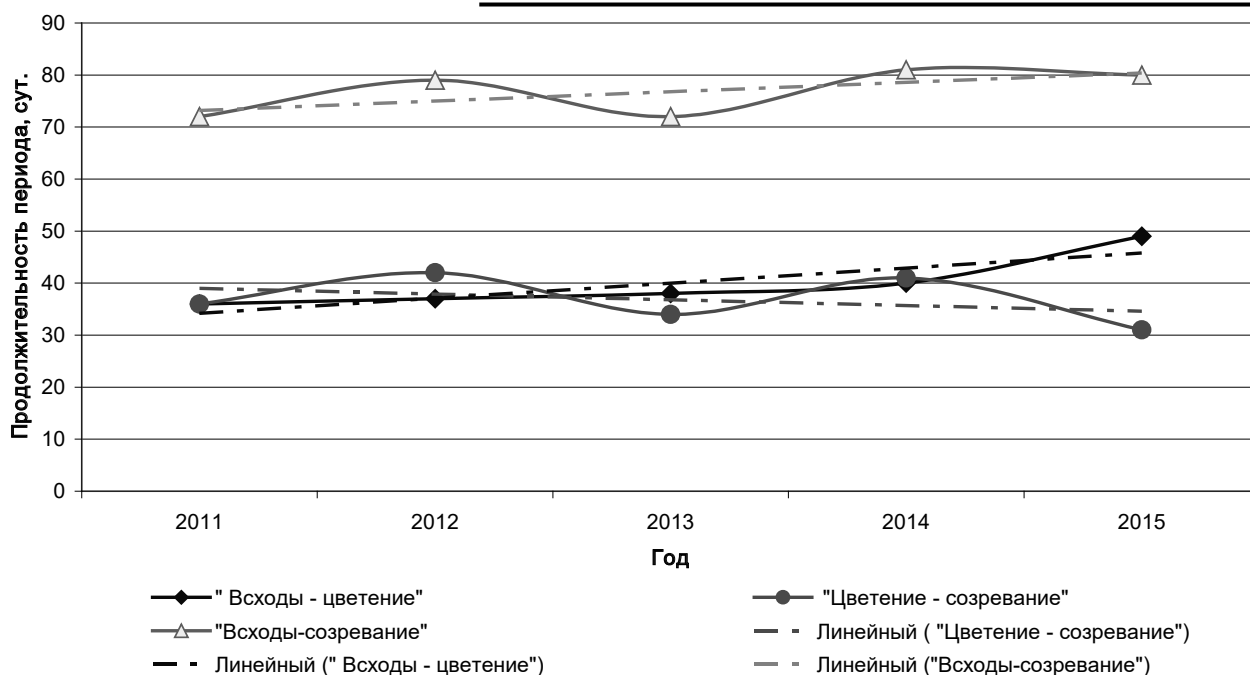


Рис. 3. Продолжительность межфазных периодов развития гороха, сут.

Таблица 2  
Сопряженность продолжительности вегетационного периода гороха с продолжительностью межфазных периодов и их гидротермическим обеспечением (2011–2015 гг.)

Показатель	Коэффициент корреляции, r	Ошибка $S_r$	Критерий значимости $t_r$
Продолжительность вегетационного периода			
«Всходы – цветение»	0,55	0,34	1,60
«Цветение – созревание»	0,34	0,54	0,62
Средняя температура воздуха за вегетационный период			
«Всходы – цветение»	-0,92*	0,23	-4,08
«Цветение – созревание»	-0,27	0,56	-0,49
«Всходы-созревание»	-0,66	0,43	-3,18
Сумма осадков за вегетационный период			
«Всходы – цветение»	0,69	0,42	3,26
«Цветение – созревание»	-0,27	0,56	-3,19
«Всходы – созревание»	0,78*	0,36	3,28

Примечание: \* существенно на 5%-ном уровне значимости.

Для изучения влияния гидротермических условий на длительность межфазных периодов вегетации гороха проведен корреляционный анализ Пирсона (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что увеличение вегетационного периода во влажные годы происходит в основном за счет увеличения фазы «всходы – цветение». Высокие средние температуры негативно влияют на вегетационный период ( $r = -0,66$ ), особенно опасны они в период «всходы – цветение» ( $r = -0,92$ ), когда происходит быстрое увядание и стерилизация завязей. Увеличение количества осадков приводит к увеличению продолжительности вегетационного периода ( $r = 0,78$ ), особенно в период «всходы – цветение» ( $r = 0,69$ ), однако избыток влаги в период «цветение – созревание» приводит к более быстрому протеканию процесса налива семян ( $r = -0,27$ ). Полученные данные говорят о том, что гороху для формирования высоких урожаев необходимо оптимальное

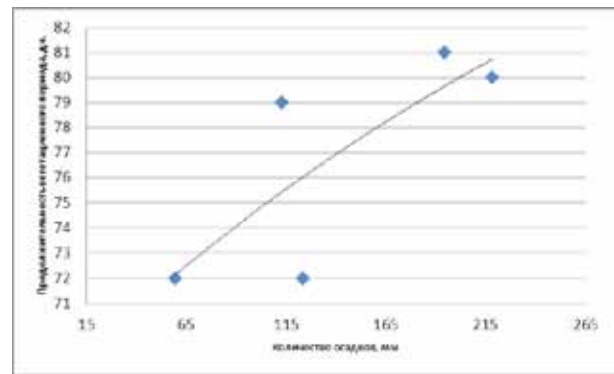
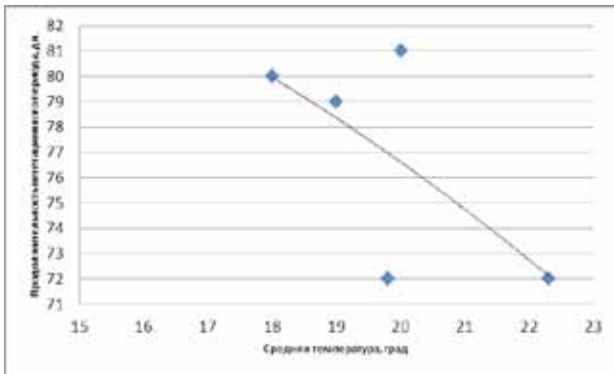
сочетание тепла и влаги на протяжении всего процесса вегетации.

Установлено влияние гидротермических условий на длительность межфазных периодов вегетации гороха. Для подтверждения гипотезы о нелинейности характера взаимосвязи были построены точечные графики, отражающие влияние гидротермических условий на длительность межфазных периодов вегетации гороха (рис. 4).

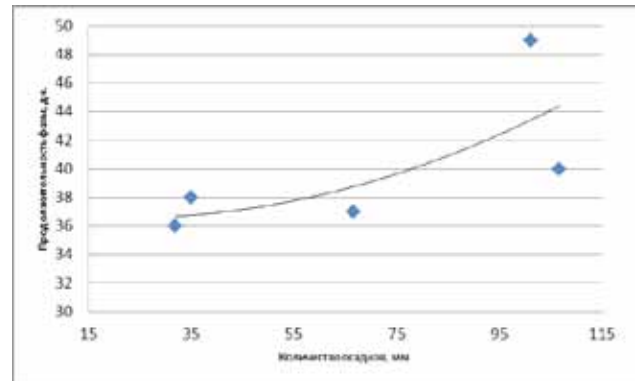
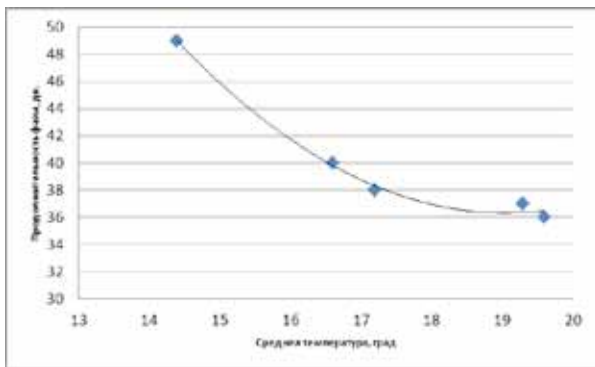
Как показывают графики, средние температуры и количество осадков оказывают противоположное влияние на продолжительность вегетационного периода растений гороха. Так, увеличение средней температуры за период вегетации на 125 % (от 18 до 22,5 °С) приводит к сокращению вегетационного периода на 8 сут., в то же время увеличение количества осадков на 330 % (от 65 до 215 мм) увеличивает период вегетации на те же 8 сут.



**Всходы – созревание**



**Всходы – цветение**



**Цветение – созревание**

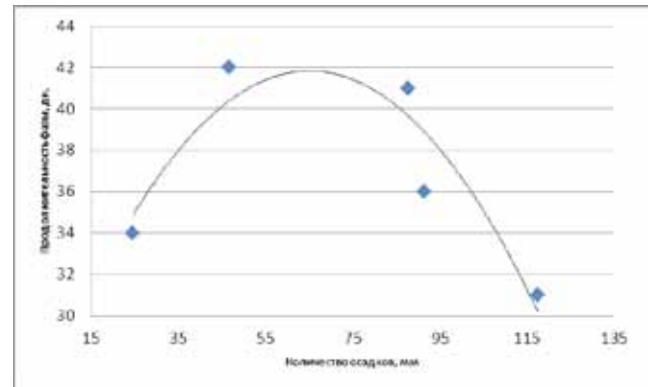
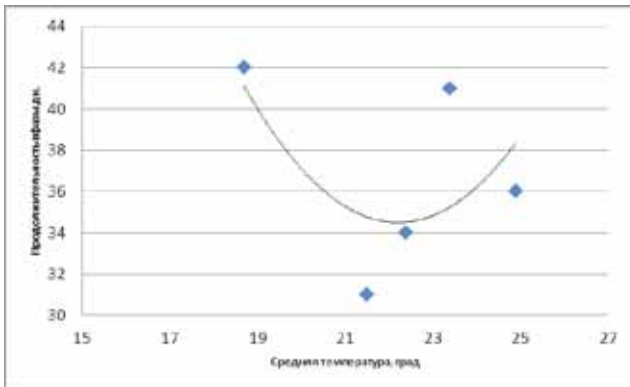


Рис. 4. Зависимость продолжительности вегетационного периода от гидротермического обеспечения в основные фазы развития гороха (2011–2015 гг.)

Данная тенденция сохраняется и по фазам развития растения. Так, повышение температуры на 5 °С в период «всходы – цветение» сокращает его продолжительность на 12 сут., увеличение количества осадков на 75 мм увеличивает этот период на 7 сут. В фазу «цветение – созревание» ситуация неоднозначна, повышение температуры от 18,5 до 22 °С приводит к сокращению фазы созревания, а дальнейшее увеличение до 25 °С увеличивает фазу на 2 сут. Увеличение количества осадков с 25 до 74 мм приводит к увеличению фазы «цветение – созревание» на 7 сут., дальнейшее увлажнение сокращает данную фазу на 13 сут.

**Выводы.**

1. Величина вегетационного периода растений гороха является переменной величиной, в значительной степени зависящей от сложившихся гидротермических условий. При этом фазы онтогенеза имеют различную реакцию на это изменение.

2. Изменение гидротермических условий приводит к изменению продолжительности фаз развития гороха. Наибольшее влияние гидротермические условия окружающей среды оказывают на фазу «всходы – цветение». Так, повышение температуры приводит к ее сокращению ( $r = -0,92$ ), а увеличение количества осадков в обратной последовательности к увеличению ( $r = 0,69$ ).



3. Поскольку наиболее остро растение гороха реагирует на изменение гидротермических условий в фазе «входы – цветение», необходимо строго соблюдать агротехнические требования по срокам посева.
4. В фазе «цветение – созревание» оптимальным гидротермическим режимом являются средняя температура воздуха 19–22 °С, количество осадков 75–85 мм.

### Литература

1. Вишнякова М. А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 3. С. 3–23.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Ермолина О. В. Влияние температуры воздуха и количества осадков по фазам онтогенеза на урожайность семян сои // АПК Юга России: состояние и перспективы : сб. регион. науч.-практ. конф. Майкоп, 2014. С. 143–147.
4. Ермолина О. В. Сравнительная оценка взаимосвязей продуктивности сои и гороха с хозяйственно-ценными признаками // Инновационные разработки молодых ученых для развития АПК : сб. II Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, преподавателей, аспирантов, студентов. Краснодар, 2014.
5. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства зернобобовых культур // Земледелие. 2011. № 6. С. 8–10.
6. Зубов А. Е. Селекция и технология возделывания гороха в Среднем Поволжье. Самара, 2012. 217 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1985. Вып. 2. 194 с.
8. Международный классификатор СЭВ рода *Pisum sativum* L. Л., 1986. 54 с.
9. Омелянюк Л. В. Специфичность реакций сортообразцов гороха различного морфотипа на изменение гидротермического обеспечения периода вегетации // Доклады РАСХН. 2013. № 2. С. 20–23.
10. Семенова Е. В., Соболев Д. В. Продуктивность образцов гороха (*Pisum sativum* L.) из коллекции ВИР в условиях Ленинградской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. СПб., 2009. Т. 166. 615 с.

### References

1. Vishnyakova M. A. Gene fund of legumes crops and adaptive selection as factors of biologization and ecologization of plant-growing (review) // Agricultural biology. 2008. № 3. P. 3–23.
2. Dospekhov B. A. Methodology of field experiment. 5<sup>th</sup> ed. revised and enlarged. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p.
3. Ermolina O. V. Effect of air temperature and amount of precipitations to phases of ontogenesis on soybean productivity // AIC of the south of Russia: the state and perspectives : collection of regional scientific and practical conference. Maykop, 2014. P. 143–147.
4. Ermolina O. V. Comparative appraisal of the relationship of productivity of soybean and peas with economically valuable traits // Innovative developments of young scientists for AIC : collection of the II Intern. scientif.-pract. conf. of young scientists, lectures, post graduates, students. Krasnodar, 2014.
5. Zotikov V. I., Naumkina T. S., Sidorenko V. S. State and perspectives of development of grain crops breeding and seed-growing // Agriculture. 2011. № 6. P. 8–10.
6. Zubov A. E. Breeding and technology of peas cultivation in Middle Volga region. Samara, 2012. 217 p.
7. Methodology of state variety testing of crops. M. : Kolos, 1985. Iss. 2. 194 p.
8. International classifier of CMEA of the type *Pisum sativum* L. L., 1986. 54 p.
9. Omeliyanuk L.V. Specificity of response of peas variety samples of different morphotype on change of hydrothermal supply of vegetation period // Reports of RAAS. 2013. № 2. P. 20–23.
10. Semenova E. V., Sobolev D. V. Productivity of peas (*Pisum sativum* L.) from collection of ARIR under the conditions of Leningrad region // Works on applied botany, genetics and selection. SPb., 2009. Vol. 166. 615 p.