

Влияние на температурата и почвената влажност върху показателите на растежа при градински грах *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *Sativum*

Иванка Митова*, **Веселина Василева***, **Виктория Нечева****

*ИПАЗР „Н. Пушкарров“, София

**Биологически факултет, Софийски университет

E-mail: smolyanovci@abv.bg

Резюме

Опитът със зелен грах е заложен в две „камери за изкуствен климат“ – КНЕР-2 и КНЕР-4, със зададена въздушна температура 15 и 21°C. Осветеността и в двете камери е 18000 lx. До масовото поникване във всички съдове е поддържана 70% ППВ, след което съдовете са разделени в три групи, в които са поддържани три влажностни режима на почвата, чрез ежедневни поливки по тегловния способ, съответно – 50% ППВ, 70% ППВ и 90% ППВ.

Установи се, че въздушната температура от 15°C е недостатъчна за нормалното поникване на растенията, като особено неблагоприятно е съчетанието и висока почвена влажност – 90% ППВ. В същото време тези растения имат най-добро вегетативното развитие (височина и маса на стеблото и листата). Най-добро репродуктивно развитие (брой и маса чушки) имат растенията при 70% ППВ и 15°C и при 70% ППВ и 21°C. С най-високо съдържание на суха маса и общи захари са вариантите с 50% ППВ, 21°C, и 70% ППВ, 21°C температура.

Ключови думи: зелен грах, камери за изкуствен климат, абиотични фактори

The effect of temperature and soil humidity on the growth at *Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *Sativum*

Ivanka Mitova *, **Vesselina Vassileva ***, **Viktoria Necheva ****

* ISSAPP “N. Poushkarov”, Sofia;

** Biological Faculty, Sofia University

E-mail: smolyanovci@abv.bg

Abstract

Pots experiment with green peas was carried out in two climate chambers – KNER-2 and KNER-4, with air temperatures of 15 and 21°C. The illumination in both cameras is 18,000 lx. Up to the massive germination in all pots was maintained 70% soil moisture, after which the vessels were divided into three groups, in which three moisture regimes of the soil are maintained by daily watering in the weighing mode respectively – 50%, 70% and 90% soil moisture.

It was found that the air temperature of 15°C was insufficient for the normal sprouting of plants, with a combination of high soil moisture and 90% MOP. At the same time, these plants have the best vegetative development (height and mass of the stem and leaves). The best reproductive development

(number and mass of peppers) are plants at 70% SM and 15°C and at 70% SM and 21°C. The highest dry mass and total sugars content are the 50% PWC, 21°C, and 70% SM, 21°C temperature.

Key words: green beans, controlled conditions, abiotic factors

Биологичните особености на граха дават възможност да се отглежда успешно като пролетна и като зимна култура. Зеленият грах в сравнение с полския има по-големи изисквания към основните фактори на средата, което ограничава възможностите за успешното му отглеждане в много райони през летния сезон и за прилагане на датова сеитба (Пидов и др., 1995; Шабан и др., 2014). Интензивният растеж и развитие на пролетните и на зимните сортове грах протичат през периода май – юни, когато в повечето случаи валежите са достатъчни за осигуряване на добра реколта без напояване. Критичният период на зеления грах към влагата обаче, е продължителен и обхваща времето от залагане на генеративните органи до технологична зрялост. Според Фудулов (1964) през този период са необходими около 130-140 mm валежи. Това количество трябва да бъде равномерно разпределено, тъй като растенията са много чувствителни както към недостига, така и към излишната влага или заливането. Като представител на умерения климат, вискателността на културата към топлината се променя в онтогенетичното развитие и се явява една от основните особености на растенията от различните агроекологични групи. Изследванията у нас и в чужбина показват, че растенията от различните агроекологични групи и сорто типове имат различен температурен минимум за поникване (Фудулов, 1964; Генкова, 2009; Шабан и др., 2014; Zohary and Norf, 2000).

Целта на експеримента е в условия на “изкуствен климат” да се установи влиянието на въздушната температура и почвена влажност върху растежните и някои качествени показатели при растения от зелен грах.

Материали и методи

Фитокамерите от серията КНЕР (Стойков,

2006) дават възможност да се контролират температура на въздуха и почвата, почвената влажност, интензивността на осветеност и продължителността на „деня”, за проследяване влиянието на тези фактори върху някои от жизнените функции на изследваните растения.

Опитът е заложен в съдове от по 1 kg през първата десетдневка на месец март, във всеки съд са засяти по 6 семена. В камера КНЕР-2 е зададена температура 21°C, а в камера КНЕР-4 – температурата е 15°C. Осветеността в камерите е 18000 lx. Четири дни след засяването е отчетено начало на поникване, а масовото поникване е 7 дни по-късно. До масовото поникване във всички съдове е поддържана 70% ППВ, след което съдовете са разделени в три групи по 4 съда, в които са поддържани три влажностни режима на почвата – 50% ППВ, 70% ППВ и 90% ППВ, чрез ежедневни поливки по тегловния способ. Две седмици след масовото поникване е извършено прореждане до 4 растения във всеки съд.

Опитът е заложен върху алувиално-делувиална почва. Изходната почва е със слабо кисела реакция ($pH_{H_2O} - 6,5$; $pH_{KCl} - 5,4$), добре запасена с минерален N – 43,8 mg.kg⁻¹ и с високо съдържание на подвижни форми на фосфор и калий (31,2 mg P.100g⁻¹ и 39,1 mg K.100g⁻¹) в слоя 0-30. Химичният анализ за съдържание на тежки метали показва: 24, 8 mg As.kg⁻¹; <0,4 mg Cd.kg⁻¹; 40,1 mg Cu.kg⁻¹; 53,5 mg Pb.kg⁻¹; 107,3 mg Zn.kg⁻¹. Почвата е взета от района на с. Горни Богров. Въпреки близостта до комбинат „Кремиковци“ не се установят наднормени съдържания на тежки метали. Сравнително високите нива на арсена (при фон 10 mg/kg) също са под максимално допустими концентрации (25 mg/kg).

Опитът е заложен със зелен грах хибрид Прелато – ранен, високодобивен сорт, с добро качество, толерантен на стресови фактори.

Известно е, че оптимална почвена реакция за развитието на граха е 6,0-7,0, но той може да понесе и слабо кисела реакция (Горбанов, 2010). Поради това се приема, че запасеността с хранителни елементи и почвената реакция на изходната почва са подходящи за избраната опитна култура.

В изследването хлорофилът е определен в свежа маса (mg%), спектрофотометрично в извлек с 80% ацетон по метода на Vernon, 1960. Съдържанието на общи захари е определено рефрактометрично (%) (Digital refractometer – 32 145). Абсолютно сухото вещество е определено тегловно чрез фиксиране при температура 105°C, сушене и теглене до постоянно тегло.

Резултати са обработени статистически с пакет Statgraphics (Anova).

Резултати и обсъждане

В таблица 1 са представени резултатите от биометричните измервания на растенията от зелен грах в края на изследването. В повечето случаи скоростта и процентът на поникналите растения се увеличава с повишаване на температурата. При влажност на почвата 75-85% от ППВ увеличаването на температурата води до намаляване продължителността на периода “сеитба – поникване” и процентът на поникнали растения се повишава (Шабан и др., 2014). В проведеният експеримент броя поникнали и развили се растения при температура 21°C е доказано статистически (НМДР \geq 95%) по-голям в сравнение с пониската въздушна температура. В случая обаче ниската почвена влажност, съчетана с по-висока температура, не влияе отрицателно върху темпа на поникване. Въздушната температура от 15°C в камера „КНЕР-4“ е недостатъчна за нормалното поникване на растенията, като особено неблагоприятно е съчетанието между тази температура и висока почвена влажност. Независимо от това, че зеленият грах има големи изисквания към влагата, когато съдържанието на вода, необходимо за нормално протичане на жизнените процеси, се увеличава с развитието на растенията и достига

до 85-87% в репродуктивна фаза (Шабан и др., 2014), в изведения опит броя и свежата маса на чушки на растение не нарастват при влажност 90% ППВ. За сметка на това обаче, най-добро вегетативно развитие на растенията (височина и маса на стеблото и листата) е отчетено при 90% ППВ и въздушна температура от 15°C. С изключение на броя поникнали растения при всички останали показатели най-ниски стойности имат вариантите с редуцирана поливна норма от 50% ППВ, като растенията отгледани в камерата с по-висока температура показват по-слабо развитие. В камера „КНЕР-2“ при всички измервани показатели най-високи резултати имат растенията от вариант със 70% ППВ и 21°C температура. В другата фитокамера картината е по-пъстра. Растенията развили се при 90% ППВ и въздушна температура от 15°C имат най-големи височини и вегетативни маси, а тези при 70% ППВ и 15°C температура – най-добро репродуктивно развитие (брой и маса чушки).

Разглеждайки биометричните показатели в зависимост от почвената влажност (табл. 2) се вижда, че независимо от температурата на почвата показателите характеризиращи вегетативните и репродуктивни прояви на растенията отгледани при 70 и 90% ППВ са близки – без статистически доказани разлики. Единствената доказана разлика в полза на варианта със 70% ППВ е при броя на формираните бобове. Ниската почвена влажност от 50% ППВ се оказва неефективна за развитието на зелен грах.

Разглеждайки анализът на биометрични показатели, в зависимост от поддържаната въздушна температура (табл. 3), се виждат достоверни разлики в броя на поникналите растения в полза на по-високата температура (21°C). При температура от 15°C обаче растенията статистически доказано са формирали по-голяма листна и обща биомаса. При останалите показатели няма доказани разлики при двете температури.

Данните, получени от статистическият анализ за ефекта, който оказват разглежданите фактори върху биометричните показатели, са

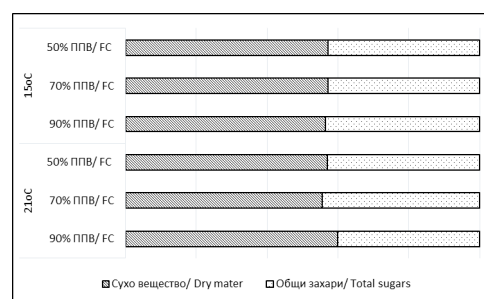
обобщени в таблица 4. Статистически значим ефект върху свежата маса на растенията и свежата листна маса оказват двата разглеждани фактора – температура и влажност, а също и взаимодействието между тях. При свежата маса на стеблата и височината на растенията значим фактор се оказва почвената влажност и взаимодействието и с температура. При броя на растенията температурата на въздуха е факторът с доказан статически ефект. Изследването показва, че влажността е факторът с по-голяма тежест – той оказва влияние на повече показатели и е с по-високи стойности на F (критерий на Фишър) (табл. 4).

Като растение на дългия ден, зеленият грах има високи изисквания към интензивността, качеството и продължителността на осветеност. Светлината е основен абиотичен фактор и има пряко влияние върху синтеза на пластидни пигменти. Те от своя страна участват във фотосинтезата и имат определена роля в процесите на растеж и развитие на растенията. В настоящото изследване е разгледано съдържанието им в две фази на развитие на растенията (табл. 5 и табл. 6). Във фаза „начало на цъфтеж“ (таблица 5) съдържанието на $Ch_{„a”} + Ch_{„b”}$ в листната маса на растенията се движи между 13.28 и 18.98 mg%. При по-късното отчитане във фаза „формиране на бобове“ (табл. 6) съдържанието на хлорофил се увеличава (от 13,93 до 22,50 mg%), но наблюдаваната тенденция се запазва. Получените в двете фази данни за съдържанието на хлорофил са съизмерими с данни от предходни изследвания при други условия с растения на дългия ден (Mitova and Stancheva, 2003; Petrova et al., 2017). Докато при първото измерване най-високи стойности на хлорофил ($Ch_{„a”} + Ch_{„b”}$) са отчетени от вариантите с 70 и 90% ППВ при 21°C и от 90% ППВ при 15°C, то при второто измерване с най-високо хлорофилно съдържание са растенията от варианти 70% ППВ при 21°C и 90% ППВ при 15°C, които са показали и най-добри растежни показатели.

Според някои автори (Починок, 1976) нормалното съотношение на $Ch_{„a”}/Ch_{„b”}$ трябва да е 3:1. Берова и др. (2007) считат, че

отношението между хлорофилите е в граници 2-3:1, но то не е постоянно, а е зависимост от редица фактори. В настоящето изследване е установено, че съотношенията на $Ch_{„a”}/Ch_{„b”}$ отчетени във фаза „начало на цъфтеж“ са по-близки до сочените в литературата за оптимални.

Общите захари и сухото вещество (АСВ) са разгледани като показатели, характеризиращи качеството на получените семена от чушките (бобовите) на зеления грах (фиг. 1). Вижда се, че сухото вещество в семената се движи между 20.08 и 27.39%. и е съпоставимо с данни, получени от други автори (Куманов и Порязов, 1988; Пеев, 1985; Шабан и др., 2014; USDA Nutrient Database, 2009). Най-високо съдържание на суха маса и общи захари има варианта с 50% ППВ и температура 21°C, обяснение на това може да бъде преждевременното приключване на развитието на растенията, поради липса на достатъчно почвена влагообезпеченост. Високата почвена влажност при вариантите с 90% ППВ удължава вегетацията и в резултат на това се наблюдава “ефект на разреждане”, на който се дължи и по-ниското съдържание на суха маса. Отчетеното съдържанията на общи захари е в границите 14,7 – 20,7% и е в нормата за вида (Шабан и др., 2014; USDA Nutrient Database, 2009). Високото съдържание на захари (20,6%) в семето от растенията, отглеждани при 70% ППВ и 21°C е свързано с доброто им вегетативно и репродуктивно развитие.



Фиг. 1. Съдържание на сухо вещество и общи захари в зелен грах в зависимост от температурата и почвената влажност

Fig. 1. Dry matter content and total sugars in green peas depending on temperature and soil humidity

Таблица 1. Еднофакторен статистически анализ
Table 1. Single-factor statistical analysis

Вариант	Брой растения	Височина на растение cm	Брой бобове	Свежа маса растение g	Свежа маса листа g	Свежа маса стебла g	Свежа маса бобове g
50% ППВ, 21°C	4.00	31.74	0.31	4.54	2.59	1.74	0.21
70% ППВ, 21°C	4.00	43.25	1.55	10.76	5.12	3.97	1.67
90% ППВ, 21°C	4.00	36.79	0.88	8.13	4.00	2.93	1.20
50% ППВ, 15°C	3.50	36.01	1.27	6.88	3.36	2.04	1.48
70% ППВ, 15°C	3.50	38.13	2.00	9.84	5.04	2.96	1.84
90% ППВ, 15°C	3.00	44.92	0.42	12.90	7.92	4.47	0.51
НМДР≥95%	0.495	6.714	1.570	2.464	1.422	0.815	1.727
НМДР≥99%	0.678	9.199	2.151	3.377	1.949	1.116	2.366

Таблица 2. Многофакторен статистически анализ в зависимост от влажността
Table 2. Multivariable statistical analysis depending on humidity

Влажност	Брой растения	Височина на растение cm	Брой бобове	Свежа маса растение g	Свежа маса листа g	Свежа маса стебла g	Свежа маса бобове g
50% ППВ	3.75	33.87	0.79	5.71	2.98	1.89	0.85
70% ППВ	3.75	40.69	1.78	10.30	5.08	3.46	1.75
90% ППВ	3.50	40.85	0.65	10.51	5.96	3.70	0.86
НМДР≥95%	0.350	4.748	1.110	1.743	1.006	0.576	1.221
НМДР≥99%	0.480	6.505	1.521	2.388	1.378	0.789	1.673

Таблица 3. Многофакторен статистически анализ в зависимост от температурата
Table 3. Multifactor statistical analysis depending on temperature

Температура	Брой растения	Височина на растение cm	Брой бобове	Свежа маса растение g	Свежа маса листа g	Свежа маса стебла g	Свежа маса бобове g
15°C	3.33	39.69	1.23	9.87	5.44	3.16	1.28
21°C	4.00	37.26	0.91	7.81	3.91	2.88	1.03
НМДР≥95%	0.286	3.877	0.906	1.423	0.821	0.470	0.997
НМДР≥99%	0.392	5.311	1.242	1.949	1.125	0.645	1.366

Таблица 4. Ефект на факторите и връзката между тях
Table 4. Effect of the factors and the relationship between them

Ефект на факторите	Брой растения		Височина на растение		Брой чушки			
	F	P	F	P	F	P		
A: влажност	1.50	0.2497	6.21	0.0089	2.70	0.0944		
B: температура	24.00	0.0001	1.73	0.2047	0.54	0.4713		
AB	1.50	0.2497	4.55	0.0251	0.92	0.4153		
Ефект на факторите	Свежа маса растение		Свежа маса листа		Свежа маса стебла		Свежа маса чушки	
	F	P	F	P	F	P	F	P
A: влажност	21.41	0.0000	20.54	0.0000	25.74	0.0000	1.61	0.2279
B: температура	9.25	0.0070	15.43	0.0010	1.53	0.2325	0.27	0.6072
AB	5.94	0.0105	9.70	0.0014	10.88	0.0008	1.42	0.2674

Таблица 5. Съдържание на пластидни пигменти в листната маса от зелен грах във фаза „начало на цъфтеж“(mg%)

Table 5. Content of plasticizing pigments of green pea leaf in “flowering start” phase (mg%)

Вариант	Ch „a”	Ch „b”	Каротиноиди	Ch „a”+Ch „b”	Ch „a”/Ch „b”
50% ППВ, 21°C	9.33	3.95	2.91	13.28	2.36
70% ППВ, 21°C	13.23	4.70	2.07	17.93	2.81
90% ППВ, 21°C	12.42	6.56	2.36	18.98	1.89
50% ППВ, 15°C	10.87	5.98	1.71	16.85	1.82
70% ППВ, 15°C	11.43	5.48	2.63	16.91	2.09
90% ППВ, 15°C	12.54	4.76	2.19	17.30	2.63

Таблица 6. Съдържание на пластидни пигменти в листна маса от зелен грах във фаза „формиране на бобове“ (mg%)

Table 6. Content of plasticizing pigments of green pea leaf in “bean forming” phase (mg%)

Вариант	Ch „a”	Ch „b”	Каротиноиди	Ch „a”+Ch „b”	Ch „a”/Ch „b”
50% ППВ, 21°C	9.56	4.37	2.36	13.93	2.19
70% ППВ, 21°C	14.61	7.89	4.11	22.50	1.85
90% ППВ, 21°C	13.6	5.60	4.29	19.20	2.43
50% ППВ, 15°C	10.06	9.01	2.59	19.07	1.12
70% ППВ, 15°C	12.06	7.81	3.18	19.87	1.54
90% ППВ, 15°C	11.72	8.67	3.12	20.39	1.35

Изводи

Броя на поникнали и развили се растения при температура 21°C е доказано статистически по-голям в сравнение с този на растенията, отглеждани при по-ниската въздушна температура.

Температурата от 15°C е недостатъчна за нормалното поникване на растенията, като особено неблагоприятно е съчетанието и с висока почвена влажност (90% ППВ). В същото време тези растения показват най-добро вегетативното развитие (височина и маса на стъбло и листа). Най-добро репродуктивно развитие (брой и маса чушки) имат растенията развили се при 70% ППВ и 15°C. Високи стойности на измерваните показатели са получени и при 70% ППВ и 21°C.

Факторът, наложил се с по-голяма тежест в изследването, е почвената влажност. Ефектът от него върху биометричните показатели (височина, свежа маса на растение, листа и стъбла) е статистически доказано значим (при 95% достоверност).

С най-високо хлорофилно съдържание, във фаза „формиране на бобове“, са растенията, които са показали и най-добри растежни показатели (70% ППВ с 21°C и 90% ППВ с 15°C).

Най-високо съдържание на суха маса и общи захари е отчетено при растенията от вариант 50% ППВ, 21°C – това може да се обясни с “ефектът на разреждане”, а високото съдържание на общи захари (20.6%), получено при вариантът със 70% ППВ и 21°C е свързано с доброто вегетативно и репродуктивно развитие на растенията.

Литература

Берова, М., Стоева, Н., Василев, А., & Златев, З., (2007). Ръководство за упражнения по Физиология на растенията. *Академично издателство на АУ-Пловдив*, стр. 42-45.

Генкова, И., (2009). Интензивно зеленчукопроизводство. *Изд. „Еньовче”*, стр. 334.

Горбанов, С., (2010). Торене на земеделските култури. *„София: Виденов и син”*, стр. 252-154.

Куманов, Б. и др., (1988). Бобови. *София, Земиздат*

Пеев Хр., (1985). Агрехимични и физиологични основи на качеството на растениевъдната продукция.

София, *Земиздат*, 263-283.

Пидов, А. и др., (1995). Зеленчукопроизводство и бизнес. *София, Агропрес*, 63-64.

Починок, Х. Н., (1976). Методи биохимического анализа растений, стр. 192-195.

Стойков Хр., (2006). “Серия от фитокамери с нисък енергиен разход”, *Селскостопанска техника*, XLIII, (1), 15-17.

Фудулов, Д., (1964). Грах – полски и фуражен. *Държавно издателство – Варна*, стр. 133

Шабан, Н., С. Бистричанов, Ц. Москова, Е. Кадум, Ив. Митова, М. Титянов, (2014). Зеленчукопроизводство. *София, ИК ЛТУ*.

Mitova, I., & Stancheva, I., (2003). Far-reaching effects of increasing rates of the organic and mineral nitrogen fertilizers on the yield and some quality parameters in spinach. *Ecology and Future (Bulgaria)*.

Petrova, V., M.Yordanova, G.Stoimenov, (2017). Photosynthesis of vegetables and field plants in response to biochar treatment. „3rd International Symposium for Agriculture and Food - ISAF 2017“ 18-20. 10.2017, Ohrid.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2009/ USDA Nutrient Database.

Zohary, D., M. Hopf, (2000.) Domestication of Plants in the Old World. *Oxford University Press*. ISBN 0-19-850356-3, 105–107.