

**ВРЪЗКА МЕЖДУ ДОПЪЛНИТЕЛНИЯ ДОБИВ И НАПОИТЕЛНАТА НОРМА И ПРИ ТРЕВНА СМЕСКА ОТ АНГЛИЙСКИ РАЙГРАС И ЧЕРВЕНА ВЛАСАТКА**

**Нора Лозанова<sup>1</sup>, Александър Матов<sup>2</sup>, Живко Живков<sup>1</sup>, Радост Калайджиева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Лесотехнически университет – София*

<sup>2</sup>*Аграрен университет – Пловдив*

*E-mail: sab\_m@abv.bg*

**RELATION BETWEEN ADDITIONAL YIELD AND IRRIGATION DEPTH OF GRASS MIXTURES OF ENGLISH RYEGRASS AND RED FESCUE**

**Nora Lozanova<sup>1</sup>, Aleksandar Matev<sup>2</sup>, Zhivko Zhivkov<sup>1</sup>, Radost Kalaydzhieva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*University of Forestry – Sofia*

<sup>2</sup>*Agricultural University – Plovdiv*

**ABSTRACT**

The aim of the study is to establish the parameters of the “Additional yield-irrigation depth” relationship for grass mixture of English ryegrass and red fescue, in the region of Sofia. The experiment was performed in the period 2009 – 2011 in the region of University of Forestry – Sofia. It used data of relative additional yield and relative irrigation depth with the following variants: 1) without irrigation; 2) and 3) irrigation with reduction of irrigation depth respectively by 60% and 40%; 4) irrigation with pre-irrigation soil moisture 80% FC (field capacity) for layer 0 – 30 cm (100% m). Relation parameters are set by the degree formula:  $Y=1-(1-x)^n$ , where  $x$  is the ratio between reduced and maximum irrigation depth, and  $n$  – exponent. The used formula is highly accurate in processing study data by swaths as well as for overall yields where the correlation coefficient  $R$  ranges from 0.994 to 0.999 and the degree indicator “ $n$ ” varies from 1.04 to 1.58. In over 75% of the cases, the average deviations from calculations of experimental yields by swaths are below 5%. The following equation is representative for experimental conditions:  $Y=1-(1-x)^{1.17}$ . It approximates experimental points at  $R=0.997$ .

**Keywords:** *grass mixtures, irrigation regime, yield-water relation*

**УВОД**

Създаването на модели, интерпретиращи изменението на добива в зависимост от поливния режим, дават необходимата информация и възможност за по-прецизно и ефективно управление на напояването на селскостопанските култури в условията на воден дефицит и висока цена на поливната вода. В специализираната научна литература тези модели са известни като връзка „Добив – вода”, като едната от възможностите за изразяване на тази зависимост е чрез връзката между добива и напоителната норма. Тя от своя страна може да бъде изразена по два еквивалентни начина – връзка „Общ добив-напоителна норма” и „Допълнителен добив-напоителна норма”. За целта са създадени формули, удовлетворяващи съответните изисквания за точност и приложимост на резултатите (Давидов 1982, 1994 и Върлев, 1983, 1999). Освен това, съвременните персонални компютри предлагат възможност за директно определяне на зависимостта между две групи числа (в случая напоителните норми и съответстващите им добиви), което в някои случаи се оказва най-лесния начин за съставяне на такъв тип модел.

Целта на настоящата разработка е да се установят параметрите на зависимостта „Допълнителен добив – напоителна норма” при тревна смеска от райграс и червена власатка, използвана за целите на озеленяването.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Използвани са данни от експеримент, проведен през периода 2009 – 2011 година върху площи, разположени в двора на ЛТУ – София, затревени със смеска от Червена власатка (*Festuca rubra L.*) и английски райграс (*Lolium perenne L.*). Почвата, върху която е проведен опитът е алувиална, насипна, (антропогенна). Изпитани са следните варианти: 1) без напояване; 2) напояване с 40% m; 3) напояване с 60% m; 4) напояване със 100% m (оптимално напояване), като „m” е максималната за условията на експеримента поливна норма. Поливният режим при вариант 4 цели поддържането на почвената влажност над 80% от ППВ за слоя 0 – 30 cm. При останалите варианти поливките са давани едновременно с този при вариант 4, но със съответната корекция на нормите. Напояването на експерименталните площи е извършвано чрез дъждуване. Опитът е заложен по метода на дългите парцели в 4 повторения. Данните за относителните стойности на добива от суха биомаса (по подрасти и общо) и на напоителната норма по варианти са обработени по метода на вай-малките квадрати, като е използвана следната степенна формула:

$$Y = 1 - (1 - x)^n$$

Y е относителният допълнителен добив;

x – отношението между намалената и максималната напоителна норма (M/M<sub>0</sub>);

n – степенен показател;

Параметрите на зависимостта се получават, с помощта на специализираната компютърна програма YIELD на Д. Давидов (1994). Въз основа на получените данни се изчертават графики, които показват нагледно степента на апроксимация.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Ефектът от прилагането на даден поливен режим, зависи в голяма степен от характера на годината в метеорологично отношение и най-вече от количеството и разпределението на валежите. Това влияние се отразява и върху параметрите на зависимостта „Добив-вода”, поради което за целите на настоящата работа е установена обезпечеността на всяка една от опитните години по отношение на валежите за периода април-октомври. Използван е 61-членен статистически ред, според който първата опитна година е влажна с обезпеченост 16.1 % и валежна сума 448.1 mm. Разпределението на валежите през тази експериментална година е сравнително равномерно, но през юли и август са налице продължителни засушавания, следвани от еднократни, по-съществени като количество валежи, особено при формирането на III и IV подрасти. Втората опитна година (2010) не се различава съществено от предходната. Сумата на валежите е 441,1 mm, а обезпечеността – 21%, което я приближава повече като характеристика до средно влажните години. Най-значително е засушаването през втората и третата десетдневка на август, но въпреки това, валежите са разпределени сравнително равномерно и без количества, навлажняващи почвата под коренообитаемия слой. Това увеличава тяхната ефективност, смекчава отрицателното въздействие на периодичните засушавания и се отразява благоприятно върху формирането на подрастите. Третата експериментална година (2011) е суха с обезпеченост 85,5% и сума на валежите 268,9 mm за периода IV – X. През тази година преобладават валежите с количества над 5 mm, като са налице и по-съществени такива. Въпреки по-неблагоприятната валежна обстановка, резултатите по отношение натрупването на биомаса при неполивни условия са сходни с останалите, което вероятно се дължи на факта, че растенията са напреднали в развитието си и имат по-мощно развита коренова система.

Изходните данни за установяване на параметрите на зависимостта „Добив-напоителна норма” са нанесени в таблица 1, както следва: в колона 1 е представена поредността на откосите; в колона 2 са относителните стойности на напоителната норма; в колони 3 - 6 са абсолютните стойности на допълнителния добив по години и средно за целия експериментален период, а в колони 7 – 10 е относителният допълнителен добив.

Таблица 1. Изходни данни за установяване параметрите на връзката  
Table 1. Input data for establishment of the relationship

подраст	M	Абсолютен допълнителен добив (kg/da)				Относителен допълнителен добив			
		2009	2010	2011	средно	2009	2010	2011	Средно
1	2	3	4	5	6	7	2	9	10
1	0.4	39.6	24.8	32.9	32.4	0.513	0.279	0.451	0.414
	0.6	62.0	66.0	42.9	56.9	0.803	0.742	0.588	0.711
	1.0	77.2	88.9	73.0	79.7	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.4	38.3	37.2	33.8	36.5	0.488	0.380	0.428	0.432
	0.6	64.1	63.2	47.1	58.2	0.817	0.645	0.596	0.686
	1.0	78.5	98.0	79.0	85.2	1.000	1.000	1.000	1.000
3	0.4	34.1	32.3	31.9	32.8	0.425	0.324	0.335	0.361
	0.6	65.8	77.1	67.2	70.0	0.819	0.773	0.706	0.766
	1.0	80.3	99.7	95.2	91.7	1.000	1.000	1.000	1.000
4	0.4	40.4	50.0	35.0	41.8	0.490	0.318	0.376	0.395
	0.6	74.9	85.2	61.9	74.0	0.909	0.542	0.665	0.705
	1.0	82.4	157.3	93.1	111.0	1.000	1.000	1.000	1.000
5	0.4	41.4	66.0	34.3	47.2	0.562	0.488	0.378	0.476
	0.6	58.9	79.2	57.3	65.1	0.799	0.586	0.632	0.672
	1.0	73.7	135.2	90.7	99.8	1.000	1.000	1.000	1.000
Сума	0.4	193.8	210.3	167.9	190.7	0.494	0.363	0.390	0.416
	0.6	325.7	370.7	276.4	324.3	0.831	0.640	0.641	0.704
	1.0	392.1	579.1	431.0	467.4	1.000	1.000	1.000	1.000

Данните от таблица 1 са обработени чрез специализираната компютърна програма по степенната формула на Давидов, а получените параметри на зависимостта по подрасти и сумарно, по години и средно за опитния период са представени в таблица 2.

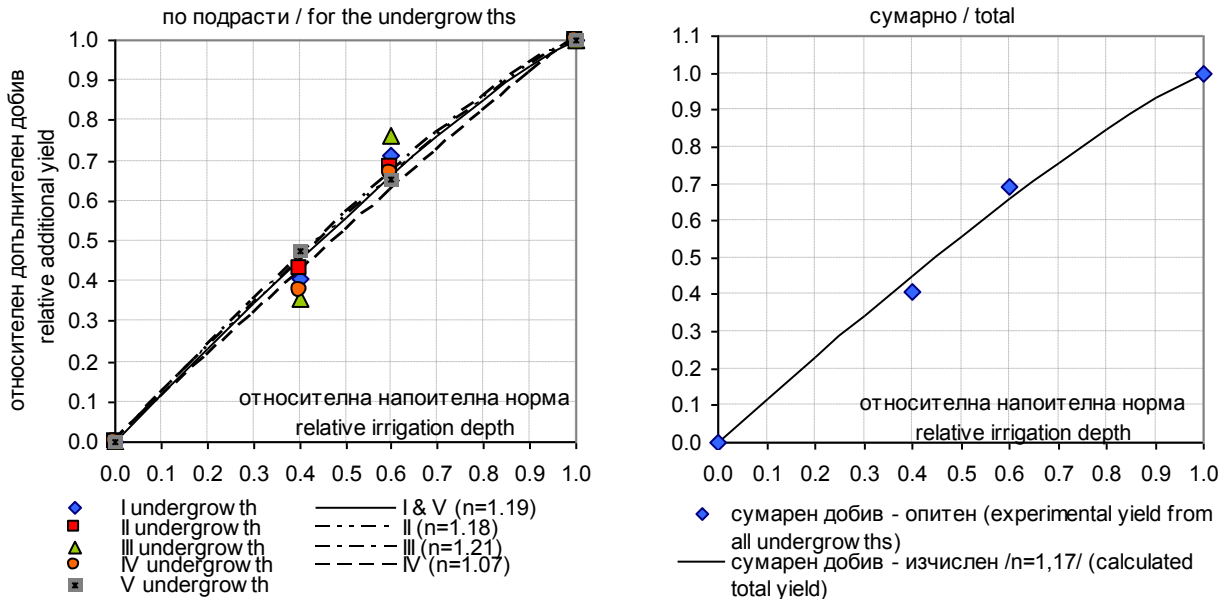
Таблица 2. Параметри на връзката „Допълнителен добив-напоителна норма”  
Table 2. Parameters of “Additional yield – irrigation depth” relationship

подраст undergrowth	2009		2010		2011		средно/average	
	n	R	n	R	n	R	n	R
I	1.56	0.997	1.05	0.973	1.04	0.998	1.19	0.996
II	1.53	0.994	1.04	0.998	1.02	0.999	1.18	0.999
III	1.42	0.986	1.16	0.976	1.07	0.988	1.21	0.984
IV	1.73	0.983	1.00	0.995	1.07	0.997	1.07	0.997
V	1.68	1.000	1.09	0.994	1.01	0.999	1.19	1.000
Σ	1.58	0.994	1.10	0.997	1.04	0.999	1.17	0.997

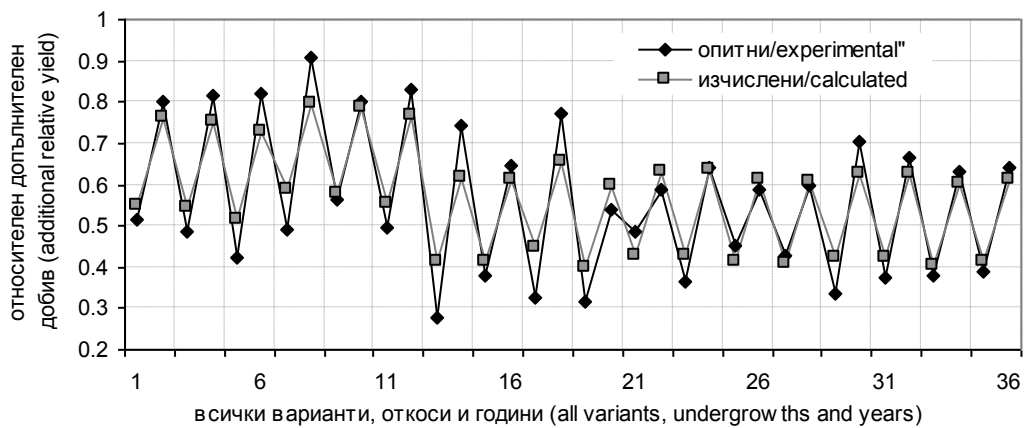
Поради това, че в метеорологично отношение първата опитна година е най-благоприятна, положителният ефект от намалените поливни норми е по-голям в сравнение с останалите две години. Следствие на това, относителният допълнителен добив при тях е по-висок, а кривата описваща зависимостта има по-голяма изпъкналост, при по-високи стойности на степения показател *n*. През останалите две опитни години, положителният ефект от намалените норми е по-слабо изразен, поради което стойностите на степения показател са малко по-ниски. Параметрите на зависимостта варират по-съществено по години, докато между отделните подрасти в рамките на дадена вегетация варирането е слабо.

При всички случаи обаче точността, с която степенната формула апроксимира експерименталните точки е много висока ( $R>0.97$ ).

На фиг.1 е представена нагледно зависимостта, определена на база осреднените за трите години добиви. Като се имат предвид резултатите в таблица 2, може да се счита, че уравнението  $Y=1-(1-x)^{1.2}$  е представително за изпитаната тревна смеска и за района на София, както и за години, близки в метеорологично отношение до тези, през които е проведен експеримента. Уравнението осреднява експерименталните точки при  $R=0.997$ .



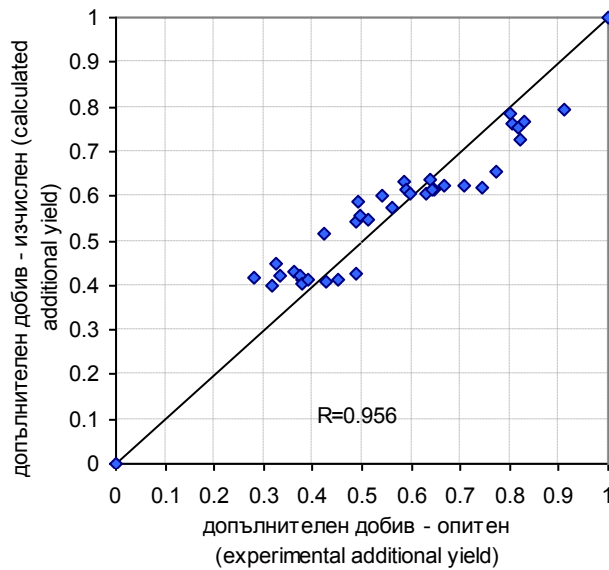
Фиг. 1. Степенна зависимост “Доп. добив-норма” средно за 2009 – 2011  
 Fig.1 Degree relationship “Additional yield – irrigation depth” average for 2009-2011



Фиг. 2. Опитен и изчислен допълнителен добив ( $R=0.956$ )  
 Fig. 2 Experimental and calculated additional yield ( $R=0.956$ )

Като доказателство за точността на модела са представените нагледно на фигурите 2 и 3 опитни и изчислени добиви, връзката между тях при  $R = 0.956$ . В таблица 3 са нанесени данните по подрасти за относителните отклонения на изчислените от опитно установените стойности на допълнителния добив, общо за всички варианти и години. Както се вижда на таблицата, максималните отклонения са в границите от  $-12.4$  до  $+13.6\%$ , като в колона 4 са

представени процентът на отклоненията, по-малки от 5%. Средно за петте подраста в 75% от случаите разликите са до 5%.



Фиг.3 Връзка между опитни и изчислени добиви  
 Fig.3 Relationship between experimental and calculated yields (R=0.983)

Таблица 3. Относителни отклонения на изчисления спрямо опитния относителен добив, по откоси, общо за всички варианти и години  
 Table 3. Relative deviations of the calculated to the experimental relative additional yield, for all undergrowths variants and years

подраст undergrowth	отклонение ±% deviation	отклонение (ср. всички варианти и години) / ± for all variants and years	отклонение под 5% (в%) deviation under 5% (in%)	R
1	2	3	4	5
I	от -12.4 до +13.6	- 0.1	83.3	0.988
II	от - 6.3 до + 5.4	- 0.1	83.3	0.997
III	от -11.9 до +12.3	+ 0.5	50.0	0.984
IV	от -11.4 до + 9.6	+ 1.1	66.7	0.990
V	от - 6.1 до + 4.6	- 0.1	91.7	0.998

**ИЗВОДИ**

Връзката „Допълнителен добив-напоителна норма” при тревна смеска от английски райграс и червена власатка може да бъде представена коректно чрез степенната формула на Давидов при R>0.98.

За условията на проведения експеримент, като представително по отношение на сумарния добив може да се приеме уравнението  $Y=1-(1-x)^{1.2}$  при R=0.997. Влиянието на намалените поливни норми върху добива варира в зависимост от характера на годината, поради което стойностите на  $n$  сумарно за цялата вегетация са в диапазона от 1.04 до 1.58.

В над 75% от случаите средните отклонения на изчислените спрямо опитните добиви по подрасти са под 5%.

Параметрите на зависимостта при отделните подрасти в рамките на даден вегетационен период варират слабо, т.е. реакцията на отделните подрасти по отношение на поливния

режим е почти еднаква. Това дава основание да се счита, че при реализирането на даден поливен режим допълнителният добив е почти еднакъв, а поддържането на оптимална почвена влажност може да осигури постоянно качество на тревния килим в границите на периода на наблюдение (април-октомври).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Върлев, Ив., 1981. Изследване зависимостта “вода–добив “ и използването ѝ в напояването; Международно селскостопанско списание, С., № 3.
2. Върлев, Ив., З. Попова, 1999; Вода – евапотранспирация – добиви, София;
3. Давидов, Д., 1982. Върху връзката “добив-вода“; Хидротехника и мелиорации, С., № 7;
4. Davidov, D. 1994. On the Grounds of the Relationship “Yield–Water“; 17<sup>th</sup> European Regional Conference on Irrigation and Drainage ICID–CIID, Varna, Bulgaria, Vol.1, 251 – 253;
5. Davidov, D., St.Gajdarova. 1994. Computer Programme for Calculating Crop Yields with and without Irrigation for a Series for Past Years. 17<sup>th</sup> European Regional Conference on Irrigation and Drainage ICID–CIID, Varna, Bulgaria, 1994, Vol.1, 255–260.