

## ВЛИЯНИЕ НА СИСТЕМНОТО ИНКОРПОРИРАНЕ НА СЛЕДЖЪТВЕНИЯ ОСТАТЪК ВЪРХУ ДОБИВА ОТ ПРОЛЕТНИ КУЛТУРИ

Генчо Милев

Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

### Резюме

*Милев Г. 2007. Влияние на системното инкорпорирание на следжътвения остатък върху добива от пролетни култури*

От 1995 г. в опитното поле на Добруджански земеделски институт се извежда стационарен полски опит с основните за Добруджа пролетни култури – царевица, слънчоглед и фасул. Целта на опита е да се установи ефекта на системното инкорпорирание на следжътвения остатък (СО) на предшественика върху добива на зърно от посочените култури. Вариантите на опита са следните:  $A_0$  - отглеждане на пролетниците без инкорпорирание на СО на предшественика и  $A_1$  - отглеждане на пролетниците с инкорпорирание на СО на предшественика. Предшественика на пролетниците е пшеница. Инкорпорирането на сламата е извършено, чрез есенната оран на дълбочина 28-30 см. Върху двата фона на така третирания СО е приложено минерално торене със следните елементи и норми:  $N_0P_0$ ,  $N_{60}P_{120}$  и  $N_{120}P_{120}$ . В проучването са използвани средно-ранни и ранни царевични хибриди (Русе 464, Кн 509, Анаста), слънчогледовите хибриди Албена и Сан Лука и фасул - сортове Добруджански 7 и Абритус. Получените резултати от изследването, сочат че системното инкорпорирание на СО на предшественика имат положителен ефект върху добива от пролетниците, както и върху количеството на продуктивната влага в почвата. В агрономически и икономически аспект този начин на оползотворяване на СО е по-целесъобразен, отколкото неговото изнасяне от площта на полето чрез балиране.

**Ключови думи:** инкорпорирание, следжътвен остатък, торене, добив

### Abstract

*Milev G. 2007. Effect of systematic post-harvest residue incorporation on spring crops yield*

A stationary filed trial with the main spring crops in Dobroudja region – maize, sunflower and common bean – has been carried out since 1995 at Dobroudja Agricultural Institute. The aim of the trial was to establish the effect of systematic incorporation of the post-harvest residue (PHR) from predecessor on the grain yield from the above crops. The variants of the trial were the following:  $A_0$  – growing of spring crops without PHR incorporation; and  $A_1$  – growing of spring crops with incorporation of PHR from the previous crop. Wheat was the predecessor for the spring crops. Straw incorporation was done through autumn ploughing at depth 28-30 cm. Against the two backgrounds of the PHR thus treated, mineral fertilization was applied with the following elements and norms:  $N_0P_0$ ,  $N_{60}P_{120}$  и  $N_{120}P_{120}$ . The investigation involved medium early and early maize hybrids (Rousse 464, Кн 509, Anasta), the sunflower hybrids Albena and San Luka and the bean varieties Dobroudjansky 7 and Abritus. The results obtained from this investigation indicated that

the systematic incorporation of PHR from the predecessor had a positive effect on the yield from the spring crops, as well as on the amount of productive soil moisture. In agronomic and economic aspects, this way of PHR utilization is more expedient in comparison to PHR removal from the field through straw packing.

**Key words:** incorporation, post harvest residue, fertilization, yield.

## УВОД

След прибиране на стопански ценната част от полските култури на полето остават значителни количества следжътвени растителни остатъци (СО). Широко разпространена практика, е когато тези остатъци не се използват за фураж те да се изнасят от полето или да се изгарят. По този начин се губи един значителен източник за обогатяване на почвата със свежа органична маса, спомагаща за комплексно подобряване на свойствата и. При изгаряне на тази растителна маса се нанасят големи щети на почвената микрофауна и микрофлора, и се създават условия за редица неблагоприятни процеси като ветрова и водна ерозия и др.

От агротехническа и икономическа гледна точка инкорпорирането на СО по нищо не отстъпва на торенето с оборски тор или мулчирането, тъй като се спестяват разходите за компостиране и транспортиране. Резултати от многогодишни полски опити показват, че 20-30% от следжътвените остатъци и 50% от кореновите се включват в състава на почвеното органично вещество (Burgess et al., 1996; Buyanovsky et al., 1986; Opoku and. Vyn, 1997; Rasmussen et al. 1997).

В България изследванията посветени на оползотворяването на СО са провеждани от Димитров, 1997; Гушевилов, 1998; Донкова, 2005. Краткотрайни изследвания по използването на СО на царевица срещу пшеница са провеждани и в Добруджански земеделски институт в началото на седемдесетте години (Симеонов, 1973). Опити със системно (дълготрайно) инкорпориране на следжътвените остатъци на основните полски култури в региона съчетано с минерално торене не са провеждани. В световен мащаб този проблем е обект на непрекъснати изследвания и публикации, (Михайлина, 1983; Василев, 1984; Храмов, 1998; Kutok, 1994; Shomberg, 1994; Schoenau, 1996; Dormar, 1996; Rasmussen, 1997).

С оглед да се отговори на някои въпроси от агротехнически, агрохимически, фитосанитарен характер от 1995 г. в опитното поле на Добруджански земеделски институт се извежда дълготраен стационарен полски опит с цел проучване влиянието на системното инкорпориране на СО и минералното торене в сеитбообращението върху продуктивността на пшеница, фасул, царевица и слънчоглед и хранителния режим на почвата. В представената статия се докладват резултати за ефекта на инкорпорираните СО от пшеница върху добива на зърно от пролетните култури.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

От 1995 г. в опитното поле на Добруджански земеделски институт в условията на слабо излужен чернозем се извежда стационарен полски опит с основните за Добруджа пролетни култури – царевица за зърно, слънчоглед и фасул. Опитът е заложен по метода на дробните парцелки. Големината на опитната парцела е 50 m<sup>2</sup> а на реколтната 25 m<sup>2</sup> в четирикратна повторяемост. Вариантите на опита са следните: A<sub>0</sub> - отглеждане на културите без инкорпориране на следжътвения остатък СО на предшественика (СО се балира и изнася от полето) и A<sub>1</sub> - отглеждане на културите със инкорпориране на СО на предшественика, чрез заораване му. Предшественика на пролетниците е пшеница. Пшеничената слама е раздробена и равномерно разхвърлена върху опитната площ от сламонарязващия апарат на прибиращия комбайн. Размерът на частиците варира от 15 mm до 40 mm. Сламата е заорана с есенната дълбока оран на дълбочина 28-30 cm. Върху двата фона на така третирания

СО е приложено минерално торене със следните елементи и норми (kg/da а.в.):  $N_0P_0$ ,  $N_6P_{12}$ ,  $N_{12}P_{12}$ . Като азотен тор е използван  $NH_4NO_3$  внесен предсеитбено. Фосфорния тор е внесен с основната обработка на почвата под формата на троен суперфосфат. В проучването са използвани ранни и средно-ранни царевични хибриди (Русе 464, Анаста, Кн 509), слънчогледовите хибриди Албена и Сан Лука и фасул сортове Добруджански 7 (полуувивен тип) и Абритус (неувивен тип). Сеитбата на отделните култури е извършвана в най-благоприятния за тях агротехнически срок (15-30 април). Средногодишно на декар са реколтирани по: 5000 растения от царевица, 4000 растения от слънчоглед и 30 000 растения от фасула. Всички останали елементи от агротехниката на пролетниците са според технологията за отглеждане на тези култури възприета за дадения агроекологичен район (Клочков, 1988).

С цел отчитане на влиянието на проучваните фактори в изследването са набрани следните показатели: фенологични наблюдения, вегетационни валежи, продуктивна влага в еднометровия почвен слой, количество на заорания СО и добив на зърно.

Почвата от опитния участък е слабо излужен чернозем със съдържание на хумус в орния слой 3,30 % (по Тюрин),  $pH_{кци}$  - 5.29, минерален азот 9.3 mg/1000 g (в 1 %  $K_2SO_4$ ), подвижни форми на фосфор и калий съответно 4.6 и 23.6 mg/100 g (по Иванов).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В таблица 1 са показани количествата на вегетационните и есенно зимни валежи през изследвания период. Условно, по показателя вегетационни валежи отделните години могат да се групират като сушави (валежите са под средно многогодишната стойност от 304.1 mm), нормални (валежите са около средно многогодишната стойност) и влажни (валежите са над средномногогодишната стойност). Вегетационните валежи разпределени по ротации са най-много през първата (1995-1998) – средно 372 mm, а най-малко през втората ротация (1999-2002) - 299 mm. Третата ротация е с вегетационни валежи 337 mm. Есенно зимните валежи през първата и третата ротация са почти еднакви по количество – 271 mm и 279 mm съответно. Най-малко есенно-зимни валежи са паднали през втората ротация – едва 201 mm. Логично екстремно сухи месеци са регистрирани през най-засушливата втора ротация (6.8 mm през юли 2000 г. и 4.8 mm през същия месец на 2001 г.) и обратно екстремно влажни през най-влажната първа ротация (151.8 mm през юни 1998 г.). По сумарно количество на валежите (вегетационни+есенно-зимни) ротациите отново се нареждат по същия образец: първа >трета> втора.

Количеството на заораната следжътвена маса след вегетацията на пшеницата в най-висока степен зависи от конкретните агрометеорологични условия за съответната година (най-вече валежите), минералното торене, както и от формирания стъблостой на единица площ. Най-благоприятни в това отношение са годините 1995, 1997, и 2000 г. (табл. 2). Добива от слама е съответно 746, 708 и 701 kg/da. През тези години вегетационните валежи са подходящо разпределени по фази на развитие на културата, останалите метеорологични елементи, (като вредоносни отрицателни температури и др.) бяха също в благоприятни граници и формирания стъблостой е оптимален. Средногодишното количество на заораната слама независимо от вариантите на опита възлиза на 622 kg/da. Минералното торене (норма  $N_{12}P_{12}$ ) води до значително увеличение на следжътветна биомаса с 218 kg/da спрямо неторения вариант, което относително изражение се равнява на цели 45%.

Количеството на продуктивната влага в началото на месец април през отделните години е пропорционално на есенно-зимните валежи. В табл. 3 може да се види, че разликата в продуктивната влага през месец април между вариантите  $A_0$  и  $A_1$  не е много голяма, като все пак е в полза на варианта със заораване на СО. Различна е ситуацията през месец юли. Във вариант  $A_1$  продуктивната влага е по-голяма с 7, 10 и 11 mm съответно за фасул царевица и слънчоглед. В този вариант съдържанието

Таблица 1. Количество на вегетационните валежи, мм  
Table 1. Quantity of vegetation rainfalls, mm

Месеци (Months)	Години (Years)										Ср. за 50 Г. (Aver. for 50 years)		
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		2005	2006
IV	60.1	26.5	98.7	19.8	40.9	45.8	18.4	36.2	17.9	2.2	21.6	35.5	42.9
V	58.8	48.5	72.3	44.2	33.2	42.1	28.9	9.1	18.3	93.7	51.3	94.4	50.8
VI	62.0	4.6	87.9	151.8	122.2	40.4	35.0	25.8	29.0	71.2	48.0	29.8	64.2
VII	31.0	9.3	121.5	45.0	35.3	6.7	4.8	116.5	48.2	84.6	98.8	63.2	54.0
VIII	51.4	10.8	129.5	11.1	37.9	43.7	14.4	77.1	36.9	103.1	17.5	84.0	44.0
IX	104.1	88.2	15.3	134.9	188.8	72.2	29.3	92.3	116.0	42.7	96.2	46.5	48.2
Σ IV-IX	367.4	187.9	525.2	406.8	458.3	250.9	130.8	357.0	266.3	397.5	333.4	353.4	304.1
Σ X-III	294.9	280.4	220.2	290.0	245.2	186.4	134.1	237.9	295.1	275.3	300.9	244.2	223.7

на влага е по-високо, дължащо се на водозадържащия ефект на инкорпорираните СО в орния слой. Най-голям водозадържащ ефект инкорпорираните СО оказват през екстремно засушливи вегетационни периоди и особено през месец юли, когато изследваните култури навлизат във важната фаза - формиране на репродуктивните органи. Такива периоди са регистрирани през 1996, 2000 и 2001 г., когато разликата в продуктивната влага между двата варианта на третиране на СРО достига до 15-20 mm в полза на вариант А<sub>1</sub>.

**Таблица 2.** Количество на заораната пшенична слама по години, kg/da  
**Table 2.** Amount of incorporated wheat straw by years, kg/da

Година (Years)	Варианти на торене (Variants of fertilization)			
	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	Средно (Average)
1995	604	748	885	746
1996	320	462	569	450
1997	632	820	673	708
1998	460	708	811	659
1999	510	666	693	623
2000	496	791	815	701
2001	379	546	484	470
Средно (Average)	486	677 (+191)	704 (+218)	622

**Таблица 3.** Продуктивна влага в еднометровия почвен слой в началото на април и юли, mm

**Table 3.** Productive soil moisture in 1 meter soil layer in the beginning of April and July....

Варианти Variants	Година (Years)								Ср., Aver. for 8 г.
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Към април - за всички култури (At April - for all crops)									
A <sub>0</sub>	177	181	130	186	152	116	86	145	147
A <sub>1</sub>	181	184	132	189	156	117	88	147	149
D ±	+4	+3	+2	+3	+4	+1	+2	+2	+2
Към юли – фасул (At July – dry bean)									
A <sub>0</sub>	142	145	121	175	144	106	61	139	129
A <sub>1</sub>	145	154	126	179	149	111	82	144	136
D ±	+3	+10	+5	+4	+5	+5	+21	5	+7
Към юли – царевица (At July – corn)									
A <sub>0</sub>	136	89	114	170	139	82	52	134	115
A <sub>1</sub>	148	107	123	177	147	92	65	141	125
D ±	+12	+18	+9	+7	+8	+10	+13	+7	+10
Към юли – слънчоглед (At July – sunflower)									
A <sub>0</sub>	130	84	121	169	136	71	44	130	111
A <sub>1</sub>	141	99	127	175	145	88	64	139	122
D ±	+11	+15	+6	+6	+9	+17	+20	+9	+11

A<sub>0</sub> - без инкорпориране на СО; A<sub>1</sub> - със инкорпориране на СО

A<sub>0</sub> - without incorporation of PHR; A<sub>1</sub> – with incorporation of PHR

Продуктивната влага в началото на месец юли по култури е най-висока при фасула, следвана от царевицата и слънчогледа. Различията в стойностите на този показател при съответните култури за дадения период се обясняват лесно с фактори, като начало на вегетационен период, изисквания на дадената култура към влага, усвояваща способност на кореновата система и т.н.

В табл. 4 са показани добивите от съответните култури по ротации и осреднени за целия дванадесетгодишен период. Данните сочат, че инкорпорирането на СО на предшестващата култура води до макар и малка, но положителна промяна във

**Таблица 4.** Добив на зърно от пролетни култури в зависимост от начина на оползотворяване на следжътвения остатък, kg/da  
**Table 4.** Grain yield of spring crops depending on the way of utilization of post harvest residue, kg/da

Вариант (Variants)		Фасул (Bean)		Царевица(Corn)		Слънчоглед (Sunflower)	
CO (PHR)	Торене (Fertiliz.)	Kg/da	± D *	Kg/da	± D *	Kg/da	± D *
I ротация / I rotation (1995-1998)							
A <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	210		879		342	
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	224		951		368	
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	228		991		350	
	Средно	220		940		353	
A <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	211	+1	867	-12	353	+11
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	228	+4	951	-	379	+11
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	237	+9	988	-3	360	+10
	Средно	225	+5	968	+28	364	+11
II ротация / II rotation (1999-2002)							
A <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	99		596		264	
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	103		609		270	
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	91		598		275	
	Средно	97		601		269	
A <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	112	+13	615	+19	285	+21
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	114	+11	688	+79	287	+17
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	101	+10	656	+58	288	+13
	Средно	109	+12	653	+62	286	+17
III ротация / III rotation (2003-2006)							
A <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	192		894		341	
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	230		977		360	
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	226		1005		366	
	Средно	216		958		355	
A <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	199	+7	925	+31	349	+8
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	236	+6	991	+14	376	+16
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	238	+14	1021	+16	375	+9
	Средно	224	+8	979	+21	366	+11
средно за трите ротации, average for 3 rotations							
A <sub>0</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	167		790		316	
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	186		846		333	
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	182		864		330	
	Средно	178		833		326	
A <sub>1</sub>	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	174	+7	802	+12	329	+13
	N <sub>6</sub> P <sub>12</sub>	192	+6	870	+24	347	+14
	N <sub>12</sub> P <sub>12</sub>	192	+10	889	+25	341	+11
	Средно	186	+8	853	+20	339	+13

Използвани съкращения:

- CO: A<sub>0</sub> - без инкорпориране на СО; A<sub>1</sub> - със инкорпориране на СО (PHR: A<sub>0</sub> - without incorporation of PHR; A<sub>1</sub> – with incorporation of PHR)
- ± D – Разлики спрямо вариантите в A<sub>0</sub> (Differences to variants in A<sub>0</sub>)

величината на добива на зърно. Средно за дванадесет-годишният период на изследването превишението на добива на зърно получен от варианта със заораване на СО по култури възлиза на: за фасула 8 kg/da, за царевичата 20 kg/da за слънчогледа 13 kg/da По ротации това увеличение варира в по-широки граници, като най-голямо увеличение на добива от варианта със заораване на СО се получава в периоди с оскъдно влагообезпечаване – например II<sup>-та</sup> ротация. В абсолютно изражение добивите

при всички култури са пропорционални на количеството на валежите (есенно-зимни и вегетационни). Например най-високите добиви са получени в ротации I и III, характеризиращи се с добър влажностен режим.

Сравнението на двата варианта на третиране на СО в чисто агрономически икономически план е резонно. Някои от предимства на инкорпорирането на СО (вариант А<sub>1</sub>) са посочени още в уводната част на статията. Раздробяването на СО от нарязващия апарат на комбайна води до увеличение на разхода на гориво с 20-30 % (собствени непубликувани данни). Тъй-като силовите агрегати на съвременните комбайни разполагат с голям резерв на мощност самото раздробяване, като енергопоглъщащ процес не е лимитиращо. За сметка на това се печели време, човеко- и машино-дни поради факта, че с едно минаване на агрегата (управляван от един механизатор) се извършват две операции – жътва и раздробяване на СО. При вариант А<sub>0</sub> е необходимо балиране и транспортиране на сламата, като това предполага участието на най-малко на два агрегата – сламопреса и едно или повече транспортни средства, както и повече от двама механизатори. Освен това процеса е отдалечен назад във времето. Разхода на гориво от участващите в тази разновидност на оползотворяване на СО енергетични средства е несравнимо по-голям, особено ако транспортните разстояния са големи.

Самите СО (в случая слама от пшеница) са относително малка механична пречка за почвообработващите машини, тъй-като са много фино нарязани (преобладаваща фракция 20-25 mm). Според данните в изследването масата на тези остатъци варира от 450 до 746 g/m<sup>2</sup>.

Характерни явления за варианта с инкорпориране на СО са относително по-често случващите се нападения на културите от неприятели спрямо контролния вариант. Така например в години, когато се заорават големи количества слама в съчетание с висока влажност на почвата са характерни нападенията от телени червеи в началото на вегетацията по слънчогледа и царевицата. Честотата на такива нападения се равнява на 16 % за целия дванадесетгодишен период. В години, когато при прибиране на стопански ценната част на културите са допуснати значителни загуби се namножават полските мишки, вредата от които често се пренася върху следващата в сеитбообращението култура. Честотата на тези нападения за изследвания период се равнява на 30 %.

### ИЗВОДИ

Резултатите от представяното изследване могат да се обобщят най-общо в следните изводи:

Инкорпорирането на СО на предшественика води до подобряване на водозадържащата способност на почвата, предпоставка за по-добро развитие на културите и по-висок добив.

Раздробяването и разхвърлянето на СО на предшественика върху площта на полето е целесъобразна и икономически по-изгодна практика в сравнение с изнасянето му чрез балиране или по някои друг начин.

### ЛИТЕРАТУРА

- Василев, В.А., И.И. Лукьянников, В.Г. Минеев, П.Д. Попов, П.Я. Семеонов, В.А. Харламов, 1984.** Органические удобрений в интенсивном земледелии, Москва "Колос", 303 с.
- Гушевилов, Ж., 1998.** Количество на растителните остатъци от културите в четириполно сеитбообращение на карбонатен чернозем в зависимост от системата на торене, *Селскостоп. наука*, 5, 15-18.
- Димитров, И., 1997.** Количествено разпределение на царевични остатъци и скорост

Влияние на системното инкорпориране на следжътвения остатък върху добива от пролетни култури

- на разлагането им в зависимост от обработката на почвата, *Раст. науки*, 2, 14-17.
- Клочков, Б. и колектив, 1988.** Технологии за производство на зърнени култури, София, НАПС, 144 с.
- Михайлина, В. И., 1983** Влияние органических удобрений на повышение плодородия почв, Москва, 67 с.
- Симеонов, Б., 1973.** Влияние на заораните растителни остатъци от царевични стъбла и слама върху добива от пшеница, В : Проблеми на селекцията и агротехниката на пшеницата, София, БАН, с. 385-392.
- Храмцов, И.Ф., Е.В. Безвиконны, 1998.** Влияние минеральных удобрений, соломы и средств защиты растений на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность культур зернопропашного севооборота, *Агрехимия*, 5, 31-37.
- Burgess, M.S., G.R. Mehuys, A. Modramootoo, 1996.** Tillage and crop residue effects on corn production in Quebec, *Agron. J.*, v. 88, 9-10, pp. 792-797.
- Buyanovsky, G.A. and G.H. Wagner, 1986.** Post-harvest residue input to cropland, *Plant and Soil*, v. 93, Number 1, pp. 57-65.
- Donkova, D. and T.K. Tonev, 2005.** Post-harvest residues of winter wheat and corn and their incorporation depending on nitrogen fertilization. I. Amount of post-harvest residue. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 11: 11-21.
- Dormaar, J.F. and J.M. Carefoot, 1996.** Implication of crop residue management and conservation tillage on soil organic matter, *Can. Journal Pl. Sc.*, 76, 4, pp. 627-634
- Kutok, M. and Y. Shigekata, 1994.** Mulching effect of plant residues on soybean growth and soil chemical properties, *Soil Sc. Pl. Nutrition*, 40, 2, pp. 211-220
- Опоку, G. and T.J. Vyn, 1997.** Wheat residue management options for no-till corn, *Can. Journal of Pl. Sc.*, 77, 2, pp. 207-213
- Rasmussen, P.E., R.W. Riakman and B.L. Klepper, 1997.** Residue and fertility effects on yield of no-till wheat, *Agronomy Journal*, 89, VII-VIII, pp. 563-567
- Schomberg, H.H., J.L. Steiner and P.W. Unger, 1994.** Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues: Residue quality and water effects, *Soil Sc. Society American Journal*, 58, III-IV, pp. 372-381
- Schoenau, J.J., and C.A. Campbell, 1996.** Impact of crop residue on nutrient availability in conservation tillage systems, *Can. Journal of Pl. Sc.*, 76, 4, 621-626