

**КОНЦЕНТРАЦИЯ НА ОСНОВНИТЕ МАКРОЕЛЕМЕНТИ  
И РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО ИМ В РАСТЕНИЯТА ПО ФАЗИ НА РАЗВИТИЕ  
В ЗАВИСИМОСТ ОТ ПРЕДШЕСТВАЩОТО И ПРЯКОТО  
АЗОТНО ТОРЕНЕ ПРИ СЛЪНЧОГЛЕДА  
I. КОНЦЕНТРАЦИЯ И ПРЕРАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА АЗОТА**

**Маргарита Нанкова, Тони Тонев**

Добруджански земеделски институт - Генерал Тошево

**Резюме**

*Нанкова, М., Т. Тонев, 2004. Концентрация на основните макроелементи и разпределението им в растенията по фази на развитие в зависимост от предшестващото и прякото азотно торене при слънчогледа; I. Концентрация и преразпределение на азота.*

В изследването се представят резултати от агрохимичния анализ на растителни проби от вариантите с предшестващо и пряко азотно торене при слънчогледа във фазите “бутонизация”, “масов цъфтеж” и “зрялост”. Съдържанието на азот, фосфор и калий е определено след изгаряне по Келдал. Фосфорът е определян колориметрично по жълтата молибдатно-ванадатна реакция, а калият - пламъчно-фотометрично. Полският опит е изведен през периода 1996-1999 г. на слабо излужен чернозем. Проучени са 3 предшественика на слънчогледа (хибрид Албена) – пшеница, ечемик и царевица. При предшествениците на фон  $P_{12}K_0$  са изпитани 4 норми на N-торене – 0, 6, 12 и 18 kg/dka, а при слънчогледа са проучени 5 азотни норми – 0, 3, 6, 9 и 12 kg/dka N. Установена е добре изразена тенденция за влияние на прякото азотно торене върху съдържанието на азот във всички органи на растенията от хибрид Албена. Най-висока концентрация на азот във фазите “бутонизация” и “пълен цъфтеж” е установена в листата, следвана от формиращото се съцветие. Средно за трите предшественика с най-висок относителен дял е ефектът от натрупването на азот в дръжките на листата - 38,5% във фаза “бутонизация” и 49,4 % - във фаза “масов цъфтеж” на слънчогледа. В тези фази са налице положителни корелационни връзки между измененията в съдържанието на азот във всички органи на растенията. Резултатите от агрохимичния и корелационния анализи дават основание да се счита, че дръжките на листата в тези фази могат да бъдат възприети като индикаторен орган, характеризиращ ефекта от приложеното азотно торене при слънчогледа. Във фаза “зрялост” концентрацията на азот е най-голяма в обезмаслената ядка.

**Ключови думи:** Слънчоглед, Предшестващи азотно торене, Пряко азотно торене, Съдържание на N по органи, Зависимости

## Abstract

*Nankova, M., T. Tonev., 2004. Concentration of main macroelements and their distribution in plants during development stages according to previous crop and direct nitrogen fertilization of sunflower; I. Concentration and re-distribution of nitrogen.*

This investigation presents results from the agrochemical analysis of plant samples from the variants with previous and direct nitrogen fertilization during budding, mass flowering and maturity of sunflower. Content of nitrogen, phosphorus and potassium was determined after Kjeldahl's method. Phosphorus was estimated colorimetrically by yellow molybdenum-vanadate reaction, and potassium - by flame photometry. The field trial was carried out during 1996-1999 on slightly leached chernozem. Three previous crops of sunflower (hybrid Albena) were investigated: wheat, barley and maize. Against the background of  $P_{12}K_0$ , 4 nitrogen rates were tested on the previous crops: 0.6, 12 and 18 kg/dka, and 5 nitrogen rates were tested on sunflower: 0, 3, 6, 9 and 12 kg/dka. A well expressed tendency was established for direct nitrogen fertilization effect on nitrogen content in all plant organs of hybrid Albena. Highest nitrogen concentration during budding and full flowering was determined in leaves, followed by forming inflorescence. Averaged for the three previous crops, the effect of nitrogen accumulation in leaves had the highest relative share - 38.5 % during budding and 49.4 % during mass flowering of sunflower. There was a positive correlation between the changes of nitrogen content in all plant organs during these stages. The results of the agrochemical and correlation analyses allow to think that leaf petioles can be considered during the above stages an indicating organ characterizing the effect of the nitrogen fertilization applied to sunflower. During maturity, nitrogen concentration was highest in kernel after oil extraction.

**Key words:** Sunflower, Previous-year N fertilization, Direct N fertilization, N content in plant organs, Relationships

## УВОД

Поглъщането на хранителните елементи от почвата по определена система е една от основните характеристики на растителните видове, чрез която те си осигуряват специфичния минерален и биохимичен състав при конкретните условия на средата.

Определянето на съдържанието на хранителни елементи при слънчогледа по фази от развитието му позволява да се съди за общата потребност на растенията в динамика (Макаров и Флорова, 1975). Лукашев (1986), изследвайки широк набор от сортове и хибриди слънчоглед, стига до извода, че съществен начин за повишаване ефективността от минералното торене е селектирането на генотипи с високо ниво на нитратасимилираща способност.

Saric et al. (1991) установяват генотипна специфичност в концентрацията на N, P, K, Ca и Mg, както и в разпределението им в корените, листата и стъблата на 25 слънчогледови растения.

У нас Илиев (1979) установява, че най-подходяща норма на торене на слънчогледа в зоната на слабо излужените черноземи е  $N_6P_{12}$ . Митрева и Илиев (1984) стигат до извода, че концентрацията и разпределението на азота през онтогенеза на слънчогледа зависи от стадия на развитие, органа и нивото на

минерално торене. До фаза “пълен цъфтеж” с най-висока концентрация на азот се отличават листата. Авторите установяват, че максимумът на дневното потребление на азот от сорт Передовик на 1 dka е във фаза “цъфтеж” и достига до 472,3 g/dka/ден.

Резултатите от полския опит, касаещи влиянието на предшестващото и прякото азотно торене върху добива на семена, са публикувани в друго наше изследване (Тонев, 2000).

Целта на настоящото изследване е да се установят измененията в концентрацията на азота и преразпределянето му в резултат на предшестващо и пряко азотно торене на слънчогледа при трите най-разпространени предшественика на тази култура – пшеница, ечемик и царевица за зърно.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Полският опит е изведен в опитното поле на Добруджански земеделски институт – Ген. Тошево през периода 1996-1999 г. Проучени са следните фактори и техните нива:

**Фактор А** – Предшественици на слънчогледа:

A<sub>1</sub> – пшеница;

A<sub>2</sub> – ечемик;

A<sub>3</sub> – царевица за зърно.

**Фактор В** – Азотна норма при предшествениците (на фон P<sub>12</sub>K<sub>0</sub>):

**Фактор С** – Азотна норма при пряко торене на слънчогледа (на фон P<sub>12</sub>K<sub>0</sub>):

V<sub>1</sub> – N<sub>0</sub>;

V<sub>2</sub> – N<sub>6</sub>;

C<sub>1</sub> – N<sub>0</sub>;

C<sub>2</sub> – N<sub>3</sub>;

C<sub>3</sub> – N<sub>6</sub>;

V<sub>3</sub> – N<sub>12</sub>;

V<sub>4</sub> – N<sub>18</sub>.

C<sub>4</sub> – N<sub>9</sub>;

C<sub>5</sub> – N<sub>12</sub>.

Предшествениците са отглеждани в съответствие с приетата за района агротехника. Фосфорният тор (троен суперфосфат) е внасян преди основната обработка на почвата. Азотното торене при предшествениците пшеница и ечемик е внасян еднократно, като ранно пролетно подхранване. При предшественик царевица и при слънчогледа азотното торене е извършвано предсеитбено. Вариантите на пряко азотно торене при слънчогледа са изследвани след всички варианти на предшестващо азотно торене.

Изследването е проведено с хибрид Албена при гъстота на посева 5500 раст./dka. Борбата с плевелите е контролирана с хербициди, а при слънчогледа е извършвано и едно ръчно окопаване преди бутонизация.

Извършен е агрохимическият анализ на растителни проби от вариантите с предшестващо и пряко азотно торене при слънчогледа във фазите бутонизация, масов цъфтеж и зрялост. Съдържанието на азот, фосфор и калий е определено след изгаряне по Келдал. Фосфорът е определян колориметрично по жълтата молибдатно-ванадатна реакция, а калият - пламъчно-фотометрично.

Концентрация на основните макроелементи и разпределението им в растенията по фази на развитие в зависимост от предшестващото и прякото азотно торене при слънчогледа;  
I. Концентрация и преразпределение на азота.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Съдържанието на азот, фосфор и калий във фаза *бутонизация* се влияе както от вида на органите, така и от предшестващото и прякото азотно торене (табл. 1). Средно за периода на изследване концентрацията на азота във всички надземни

**Таблица 1.** Съдържание на азот в надземните органи към фаза бутонизация – средно за 3 години, %

Предш. N норма	Пряка N норма	Съдържание по органи от растенията								
		Стъбла	Листа	Дръжки на листата	Съцветие	Стъбла	Листа	Дръжки на листата	Съцветие	
0	0	Предшественик пшеница				Предшественик ечемик				
		1.71	4.62	1.62	4.23	1.41	4.55	1.62	4.34	
		2.02	5.49	1.91	4.15	2.61	4.57	1.84	4.52	
	6	12	2.36	5.34	1.96	4.46	2.39	5.75	2.10	4.65
		0	1.76	4.65	1.54	4.28	2.09	4.39	1.61	4.15
		6	2.25	5.38	1.97	4.40	2.16	4.96	1.93	4.46
	12	12	2.54	5.04	2.28	4.76	2.97	5.31	2.20	4.43
		0	2.27	4.71	1.59	4.09	1.77	4.83	1.67	4.22
		6	2.16	4.92	2.24	4.46	2.55	5.47	2.17	4.55
18	12	2.27	5.64	2.15	4.46	3.09	5.19	2.33	4.65	
	0	1.92	4.72	1.64	4.31	1.96	4.93	1.69	4.37	
	6	2.18	5.06	1.85	4.26	2.70	5.30	2.02	4.55	
	12	2.24	5.72	2.40	4.66	2.95	5.22	2.25	4.67	
0	0	Предшественик царевица				Средно за 3 предшественика				
		2.08	5.06	1.64	4.35	1.73	4.74	1.63	4.31	
		2.69	5.33	2.12	4.48	2.44	5.13	1.96	4.38	
	6	12	2.29	5.40	1.98	4.50	2.34	5.50	2.01	4.54
		0	1.85	5.10	1.56	4.43	1.90	4.71	1.57	4.28
		6	2.40	4.79	1.91	4.42	2.27	5.04	1.94	4.43
	12	12	2.95	5.69	2.36	4.67	2.82	5.35	2.28	4.62
		0	1.48	4.97	1.41	4.38	1.84	4.84	1.56	4.23
		6	2.22	5.43	1.86	4.70	2.31	5.27	2.09	4.57
	18	12	2.22	5.27	2.19	4.76	2.53	5.36	2.22	4.62
		0	2.67	5.30	1.62	4.43	2.18	4.98	1.65	4.37
		6	2.94	5.33	2.13	4.82	2.61	5.23	2.00	4.54
	12	2.70	5.62	2.48	5.00	2.63	5.52	2.38	4.77	

органи е по-значимо под влияние на прякото азотно торене и нараства пропорционално на увеличаване на нормата. Положително влияние от нарастване на предшестващата азотна норма се установява единствено в концентрацията на азот в дръжките на листата.

Средното нарастване на азота с увеличаване на пряката азотна норма от 0 до 12 kg/dka N по предшественици е както следва:

(1) След предшественик пшеница: стъбла - от 1.92 до 2.35 % ; листа - от 4.67 до

5.44 %; листни дръжки - от 1.60 до 2.20 %; бутон - от 4.23 до 4.58 % в бутона.

(2) След предшественик ечемик: стъбла - от 1.81 до 2.85 % ; листа - от 4.68 до 5.37 %; листни дръжки - от 1.65 до 2.22 % ; бутон - от 4.27 до 4.60 %

(3) След предшественик царевица: стъбла - от 2.02 до 2.54 %; листа - от 4.61 до 5.50 %; листни дръжки - от 1.56 до 2.25 % ; бутон - от 4.40 до 4.73 %.

Средно за трите предшественика данните потвърждават тенденцията за по-значителен относителен ефект на торенето върху органите с по-ниска концентрация на азот, каквито са стъблата и дръжките на листата. В органите с по-високо съдържание на азот - листа и бутон, относителният ефект от прилагането на пряко азотно торене не надвишава 10 %.

Тенденцията за по-съществено влияние на пряката азотна норма върху съдържанието на азот в надземните органи на слънчогледа се запазва и във фаза масов цъфтеж.(табл. 2).

В тази фаза средното изменение в съдържанието на азот с нарастване на

**Таблица 2.** Съдържание на азот в надземните органи към фаза масов цъфтеж – средно за 3 години, %

Предш. N норма	Пряка N норма	Съдържание по органи от растенията							
		Стъбла	Листа	Дръжки на листата	Съцветие	Стъбла	Листа	Дръжки на листата	Съцветие
		Предшественик пшеница				Предшественик ечемик			
0	0	1.12	3.93	0.97	2.39	0.87	3.40	0.84	2.39
	6	1.11	3.91	1.25	2.54	1.09	3.43	1.21	2.38
	12	1.27	3.42	1.33	2.54	1.31	3.29	1.49	2.58
6	0	1.05	3.43	0.89	2.51	1.15	3.78	0.96	2.45
	6	1.39	3.82	1.19	2.69	1.22	3.83	1.20	2.36
	12	1.27	3.98	1.41	2.61	1.36	4.42	1.59	2.51
12	0	1.02	3.49	0.91	2.44	1.18	3.33	1.09	2.38
	6	1.30	3.87	1.19	2.55	1.22	4.14	1.49	2.55
	12	1.32	4.02	1.41	2.49	1.34	3.81	1.30	2.46
18	0	1.26	3.40	0.98	2.41	0.92	3.53	0.96	2.35
	6	1.16	4.23	1.15	2.43	1.13	3.70	1.48	2.47
	12	1.36	3.62	1.42	2.36	1.29	3.80	1.51	2.55
		Предшественик царевица				Средно за 3 предшественика			
0	0	0.84	..46	0.98	2.35	0.94	3.60	0.93	2.38
	6	1.07	3.18	1.06	2.49	1.09	3.51	1.17	2.47
	12	1.40	3.99	1.31	2.49	1.33	3.57	1.38	2.54
6	0	1.10	3.64	0.92	2.49	1.10	3.62	0.92	2.49
	6	1.38	3.78	1.20	2.45	1.33	3.81	1.20	2.50
	12	1.35	3.92	1.41	2.49	1.33	4.11	1.47	2.54
12	0	1.12	3.58	0.94	2.42	1.11	3.47	0.98	2.42
	6	1.19	3.80	1.07	2.52	1.24	3.94	1.25	2.54
	12	1.28	4.05	1.28	2.56	1.31	3.96	1.33	2.50
18	0	1.27	3.45	1.04	2.43	1.15	3.46	0.99	2.40
	6	1.25	4.17	1.40	2.43	1.18	4.03	1.34	2.44
	12	1.45	3.72	1.68	2.66	1.37	3.71	1.54	2.52

**Концентрация на основните макроелементи и разпределението им в растенията по фази на развитие в зависимост от предшествашото и прякото азотно торене при слънчогледа;  
I. Концентрация и преразпределение на азота.**

В тази фаза средното изменение в съдържанието на азот с нарастване на нормата на торене от 0 до 12 kg/dka N e, както следва:

(1) След предшественик пшеница: стъбла - от 1.11 до 1.31 %; листа - от 3.56 до 3.76 %; листни дръжки - от 0.94 до 1.39 %; съцветие - от 2.44 до 2.50 %;

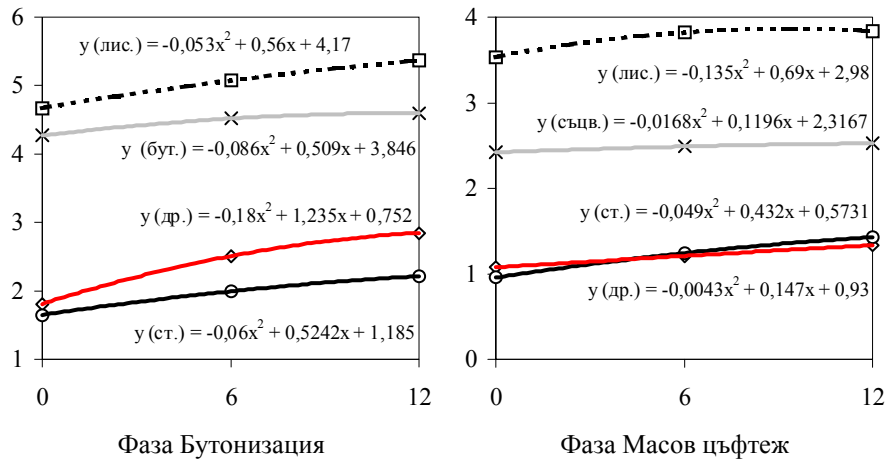
(2) След предшественик ечемик: стъбла - от 1.03 до 1.33 %; листа - от 3.51 до 3.83; листни дръжки - от 0.96 до 1.47 %; съцветие - от 2.39 до 2.53 % ;

(3) След предшественик царевица за зърно: стъбла - от 1.08 до 1.37 %; листа - от 3.53 до 3.92 %; листни дръжки - от 0.97 до 1.42 %; съцветие - от 2.42 до 2.55 %.

Средно за трите предшественика относителното влияние от нарастване на пряката азотна норма достига 22.3 % за стъблата на слънчогледа, 8.5 % - за листата, 49.0 % - за дръжките на листата и 4.1 % - за съцветието. Запазването на тенденцията, описана за фаза “бутонизация”, и засилването ѝ за дръжките на листата навежда на извода, че дръжките могат успешно да се ползват като индикатор по отношение обезпечеността на слънчогледа с азот.

Резултатите от корелационния анализ, отнасящи се до фаза “бутонизация”, показват добре изразена еднопосочна тенденция на изменение съдържанието на азот в надземните органи на слънчогледа. Установена е достоверна положителна корелационна зависимост между всички органи на растението.

Резюмирането на данните от лабораторния анализ и коефициентите на корелация във фаза “бутонизация” показват, че прилагането на азотно торене на РК-фон увеличава в различна степен съдържанието на азот в надземните органи на слънчогледа. Установените коефициенти на корелация са положителни, като измененията в съдържанието на азот в дръжките на листата корелира със съдържанието му във всички други органи. Корелационните зависимости и във фаза “масов цъфтеж” намират до голяма степен потвърждение в изчислените трендове на изменение концентрацията на азота в органите на слънчогледа под влияние на прякото азотно торене (фиг. 1).



**Фиг. 1.** Трендове на измененията в концентрацията на азота по органи под влияние на прякото азотно торене във фази бутонизация и масов цъфтеж

Във фаза “зрялост” настъпва съществено преразпределение в концентрацията на азота между отделните органи на растенията (табл. 3). Най-голямо количество азот е съсредоточено в обезмаслената ядка. Средно за периода и вариантите в опита

опита съдържанието на азот варира от 6,54% до 6,95%. В същото време варирането във вегетативната маса (листа + стъбла) е от 0,43% до 0,68%, а при питата - от 1,28% до 1,42%.

**Таблица 3.** Съдържание на азот в надземните органи към пълна зрялост – средно за 3 години, %

Предшест. N норма	Пряка N норма	Съдържание по органи на растенията					
		Стъбла + листа	Пити	Обезмаслена ядка	Стъбла + листа	Пити	Обезмаслена ядка
		Предшественик пшеница			Предшественик ечемик		
0	0	0.37	1.26	7.05	0.56	1.22	6.53
	6	0.67	1.30	6.82	0.45	1.53	6.78
	12	0.49	1.26	6.86	0.59	1.36	6.86
6	0	0.61	1.13	6.68	0.56	1.52	6.87
	6	0.75	1.37	6.28	0.61	1.37	6.80
	12	0.58	1.30	6.91	0.70	1.49	7.22
12	0	0.38	1.22	6.40	0.57	1.41	6.70
	6	0.56	1.54	6.64	0.52	1.30	7.08
	12	0.80	1.83	6.53	0.63	1.19	7.14
18	0	0.57	1.24	6.78	0.54	1.20	6.93
	6	0.50	1.40	6.87	0.57	1.21	6.59
	12	0.85	1.54	6.89	0.57	1.27	6.86
		Предшественик царевича			Средно за 3 предшественика		
0	0	0.51	1.28	6.58	0.48	1.25	6.72
	6	0.48	1.26	6.71	0.53	1.36	6.77
	12	0.68	1.63	7.14	0.59	1.42	6.95
6	0	0.37	1.23	6.34	0.51	1.29	6.63
	6	0.67	1.19	6.76	0.68	1.31	6.61
	12	0.70	1.29	6.52	0.66	1.36	6.88
12	0	0.50	1.18	6.53	0.48	1.27	6.54
	6	0.48	1.38	6.53	0.52	1.41	6.75
	12	0.61	1.34	6.89	0.68	1.45	6.86
18	0	0.64	1.40	6.72	0.58	1.28	6.81
	6	0.49	1.48	6.72	0.52	1.36	6.73
	12	0.62	1.31	6.88	0.68	1.37	6.88

Влиянието на азотното торене е по-добре изразено от прякото прилагане на азота и значително по-слабо – от азотното торене на предшестващите култури.

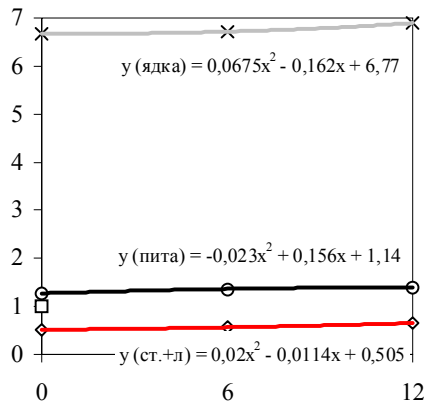
При липса на пряко азотно торене, средно за трите предшественика максимални стойности в съдържанието на азот са установени при най-високата предшестваща азотна норма ( $N_{18}$ ) – 0.58 % в стъблата, 1.28 % в питата и 6.81 % в обезмаслената ядка на семената. При липса на азотно торене (предшестващо и пряко), средно за трите предшественика съдържанието на азот във вегетативната маса е 0,48%; в питата - 1,25% и в обезмаслената ядка - 6,72%.

Прилагането на пряко азотно торене оказва положително влияние върху

**Концентрация на основните макроелементи и разпределението им в растенията по фази на развитие в зависимост от предшестващото и прякото азотно торене при слънчогледа;**

**I. Концентрация и преразпределение на азота.**

аккумуляцията на азот във всички органи на растението. Средно за изпитаните норми на предшестващо азотно торене относителният ефект от прилагане на пряко торене в



**Фиг. 2.** Трендове на измененията в концентрацията на азота по органи под влияние на прякото азотно торене във фаза зрялост

диапазона  $N_{0-12}$  изменя аккумуляцията на азот, както следва: в стъблата с 27.5 % (до 41.6 % след предшественик пшеница); в питата с 10.2 % (до 22.3 % след предшественик пшеница); в обезмаслената ядка – твърде незначително, с 3.1 % (до 4.9 % след предшественик царевица).

При проследяването на трендовете на изменение на изследваните макроелементи под влияние на предшестващото и прякото азотно торене се потвърждават описаните вече тенденции във фаза “зрялост” (фиг. 2).

По отношение съдържанието на азот положителна корелация се установява единствено между питата и обезмаслената слънчогледова ядка.

## ИЗВОДИ

Установена е добре изразена тенденция за влияние на прякото азотно торене върху съдържанието на азот във всички органи на растенията от хибрид Албена. Най-висока концентрация на азот във фазите “бутонизация” и “пълен цъфтеж” е установена в листата, следвана от формиращото се съцветие.

Средно за трите предшественика с най-висок относителен дял е ефектът от натрупването на азот в дръжките на листата - 38,5% във фаза “бутонизация” и 49,4% - във фаза “масов цъфтеж” на слънчогледа. В тези фази са налице положителни корелационни връзки между измененията в съдържанието на азот във всички органи на растенията.

Резултатите от агрохимичния и корелационния анализи дават основание да се счита, че дръжките на листата в тези фази могат да бъдат възприети като индикаторен орган, характеризиращ ефекта от приложеното азотно торене при слънчогледа.

Във фаза “зрялост” концентрацията на азот е най-голяма в обезмаслената ядка.

## ЛИТЕРАТУРА

- Илиев В., 1979.** Действие и последствие на минералното торене на слънчогледа при условията на слабо излужен чернозем в Добруджа, Почвознание и агрохимия, №4, 73-81.
- Лукашев А.А., 1986.** Отзывчивость разных сортов подсолнечника на минеральное удобрение, Агрохимия, №2, 49-58.
- Макаров Р.Ф., Р.И.Флорова, 1975.** Влияние удобрений на потребление подсолнечником питательных веществ по фазам развития, распределение их в растении и вынос с



урожаем. Агрохимия, 2, 88-91.

**Митрева Н., В. Илиев, 1984.** Кореново хранене на слънчогледовото растение. I. Поглъщане, потребление и разпределение на азота в надземните органи през онтогенезиса, Почвознание и агрохимия, №1, 10-17.

**Saric M., B. Krstic, D. Skorc, 1991.** Element diversity in sunflower inbred lines, helia, 14 Nr 15, pp 41-48.

**Тонев, Т.К. 2000.** Possibility for reduction of N-rate in sunflower under the conditions of natural water supply and due to previous-year applied N rate, Proc. Of Symposium "Rehabilitation of grassland and control of desertification in dry area", Guyuan, China, July, 1-3, 2000, 212-222.