

Съдържание и износ на макроелементи с продукцията от главесто зеле

Люба Ненова, Иванка Митова

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкиarov”, София
E-mail: lyuba_dimova@abv.bg

Резюме

Проведен е полски опит с главесто зеле (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) върху Алувиално-ливадна почва, при три нарастващи нива на торене с азот (N_8 , N_{16} , N_{24}) и фоновы стойности на фосфор и калий ($P_{15}K_{10}$). Установено е, че внасянето на азот в почвата води до увеличаване на съдържанието на N в растенията от вариантите, торени с $N_8P_{15}K_{10}$ и $N_{16}P_{15}K_{10}$ с 36%, а при вариант $N_{24}P_{15}K_{10}$ – с 46% спрямо контролата. Тенденцията при калция е обратна, а съдържанията на фосфор, калий и магнезий не се повлияват съществено от торенето. Износът на макроелементи с растителната продукция следва величините на получения добив и е най-висок при вариант $N_{16}P_{15}K_{10}$ – 57,17 kg.da⁻¹. Във фаза стопанска зрялост на зелето преобладаващо участие във формиране на добивите има калият – средно 39,8% за торените варианти, следван от азота – средно с 32,5% и калция – 19,8%. Участието на фосфора и магнезия в общия износ е ниско – средно 5,5% и 2,4%.

Ключови думи: минерално торене, зеле, съдържание на макроелементи, износ

Content and uptake of macroelements with the production of cabbage

Lyuba Nenova, Ivanka Mitova

Institute of Soil Science, Agricultural Technology and Plant Protection, Sofia
E-mail: lyuba_dimova@abv.bg

Abstract

Nenova, L., Mitova, I. (2018). Content and Uptake of Macroelements with the Production of Cabbage. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 52(3), 34-42

A field experiment with head cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) on Alluvial-Meadow soil (Fluvisol) was carried out at three increasing levels of nitrogen fertilization (N_8 , N_{16} and N_{24}) and background levels of phosphorus and potassium ($P_{15}K_{10}$). Nitrogen fertilization was found to increase the N content in plants of the variants $N_8P_{15}K_{10}$ and $N_{16}P_{15}K_{10}$ with 36%, and of the variant $N_{24}P_{15}K_{10}$ with 46% compared to the control. The trend for calcium was the opposite, and the phosphorus, potassium and magnesium contents were not significantly affected by fertilization. Macroelements uptake by plant production followed the obtained yields and was the highest in variant $N_{16}P_{15}K_{10}$ – 57.17 kg.da⁻¹. At the phase of “economic maturity” of cabbage, the predominant participation in the yields

formation had potassium – on average 39.8% for the fertilized variants, followed by the nitrogen – on average 32.5% and the calcium – 19.8%. The participation of phosphorus and magnesium to the total uptake of macronutrients is low – on average 5.5% and 2.4%.

Keywords: mineral fertilization, cabbage, content of macroelements, uptake

Зелето (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) е един от основните листни зеленчуци, използван по целия свят. То има висока хранителна стойности и съдържа вещества с антиоксидантни свойства (Dumičić et al., 2013). Зелевите листа се характеризират с голяма алкалност и съдържат много хранителни минерали и витамини (Hara and Sonoda, 1979). Като култура, която натрупва голямо количество биомаса за сравнително кратък период от време, зелето има високи изисквания към всички хранителни елементи, особено към азота (Atanassova et al., 2007; Westerveld et al., 2003). Азотът е важен хранителен елемент определящ добива и качеството на продукцията от главесто зеле. Правилната пропорция между азота и останалите хранителни елементи води от своя страна до балансирано минерално торене (Atanassova et al., 2007; Mitova and Dinev, 2012a).

Потребността от хранителни елементи за формиране на добива зависи както от конкретните почвено-климатични условия на района, така и от редица други фактори, първостепенно значение от които има торенето. Определянето на оптимален хранителен режим за земеделските култури изисква да се установи износът и разходът на хранителни елементи за образуване на единица продукция, и балансът им в почвата за различните почвени условия (Stamenov, 2017; Stefanova et al., 2015, Mitova and Dinev, 2012b). Установяването на баланса на хранителните елементи е лесен и в същото време ефективен метод за оценка на тяхното използване от културите на ниво стопанство (Koutev et al., 2010). Само по този начин могат да се избегнат негативните последици от неправилното торене.

Целта на настоящето изследване беше да се установи съдържанието и износът на

макроелементи с биомасата на зеле под влияние на нарастващи нива на азотно торене и фонов нива на фосфор и калий.

Материали и методи

През лятото на 2016 година, като част от многогодишно зеленчуково сеитбообращение върху Алувиално-ливадна почва, на ОП Цалапица, Пловдивско е проведен опит с главесто зеле, сорт „Сръбски мелез”- 4. Характеристика на почвата е представена в предходна публикация (Nenova and Mitova, 2018). Изпитани са три норми на торене с нарастващи нива на азот и фонов нива на фосфор и калий – варианти T_1 ($N_8P_{15}K_{10}$), T_2 ($N_{16}P_{15}K_{10}$) и T_3 ($N_{24}P_{15}K_{10}$). Ефектът от торенето е оценен спрямо контролен вариант T_0 ($N_0P_0K_0$) – без внасяне на торове. Азотът е внесен под формата на амониев нитрат, двукратно – половината преди залагане на опита, а другата половина – като подхранване. Фосфорът и калият са внесени еднократно преди залагане на опита под формата на суперфосфат и калиев хлорид. Напояването е капково, съобразено с особеностите на полето и ботаническите изисквания на културата (Moteva et al., 2016).

Опитът е заложен по блоковия метод, като всеки от изпитваните варианти е в три повторения. Опитната парцелка е с големина 200 m². Грижите за растенията по време на вегетацията са по възприета за културата и района технология.

Определено е съдържанието (в % към а.б.с.) на макроелементи N, P, K, Ca и Mg в растителната биомаса във фаза стопанска зрялост на зелето. Определен е износът на изследваните елементи с растителната продукция.

Химичният анализ на растителните проби е направен по възприети в ИПАЗР

„Н. Пушкиров“ методики. Общият азот в растенията е определен по метода на Келдал чрез разлагане с концентрирана H_2SO_4 и 30% H_2O_2 . Минералният състав на вегетативните органи на зелето е определен след опепеляване в муфелни пещи при $550^\circ C$ по следните методи: фосфор – по молибдат-ванадатния метод, калий – чрез пламъчна фотометрия, Ca^{2+} и Mg^{2+} – атомноабсорбционно.

Резултати и обсъждане

Под влияние на минералното хранене настъпват съществени изменения в количеството на усвоените от растенията хранителни елементи в биомасата на зелето.

Съдържанието на общ N в листната маса на растенията варира от 1,83 до 2,75%, в зелевите глави е между 1,38 и 2,22%, а във вътрешните кочани – между 1,79% и 2,53%, като съдържанията нарастват под влияние на торовите норми (табл. 1). Осреднените стойности са от 1,67 % за неторените растения до 2,43% общ N за торените с $N_{24}P_{15}K_{10}$. Внасянето на минерален азот в почвата води до увеличаване на съдържанието на N в растенията от варианти T_1 и T_2 с 36% спрямо контролата, а при вариант T_3 – с 46%. Тези данни са съпоставими с резултатите, получени в други изследвания (Hara & Sonoda 1979; Atanassova, 2005; Kalota and Chohura, 2015), като усвоените количества общ азот в зелевите глави и листните розети са в долната граница на оптимума.

Съдържанието на фосфор във външните листа на зелето е от 0,31 до 0,45%, в зелевите глави – от 0,31 до 0,41%, а в кочаните е малко по-високо – от 0,52 до 0,76%. Осредненото съдържание на фосфор в органите на зелето е между 0,43 и 0,49%, като тези стойности са близки до получените и от други автори (Atanassova, 2005; Hara & Sonoda, 1979). Влиянието на минералното торене върху съдържанието на фосфор в зелето е слабо изразено.

Осредненото съдържание на калий в зелето е по-високо в сравнение с това на азота и фосфора – между 2,8% и 3,4%. В листните розети калиевото съдържание е между 1,8%

и 2,0%, в зелевите глави е от 2,5 до 3,3%, а в кочаните то е най-високо – от 3,9 до 4,9%. Подобно на фосфора, изпитаните торови норми и съотношения на хранителните елементи в проведения експеримент оказват слабо влияние върху съдържанието на калий в органите на зелето. Подобни резултати за съдържанието на фосфор и калий в зелето през различни фази от развитието му са получени в изследванията на Petkova (1984).

Като средно съдържание на калций в селскостопанските растения в литературата (Mengel and Kirkby, 1987) се посочват стойности между 5 и 30 $mg \cdot g^{-1}$ суха маса. В проведения опит осреднените съдържания на калций в зелето са в посочените граници. При средно съдържание на калций в органите на зелето от 1,3 до 2,41%, то е най-високо в листните розети (3,09 – 4,71%), като най-висока стойност е измерена при неторените растения. При изследване на съдържанието на минерални елементи Kolota and Chohura (2015) също установяват, че единствената промяна в състава на зелето при внасянето на високи азотни норми е повишеното съдържание на нитрати и намалената акумулация на калций в биомасата. В зелевите глави калцият е по-малко отколкото в листата и кочаните – от 0,38 до 0,68 %.

Осредненото магнезиево съдържание в опита е 0,2%, независимо от приложеното торене. В листната маса съдържанието на елемента е над два пъти по-високо отколкото в зелевите глави. По-високо съдържание на Ca и Mg във външните зелеви листа, в сравнение с останалите органи на растението се установява и в изследване на Hara and Sonoda (1979). Съдържанието на магнезий в зелето е по-ниско от това на калция и като се вземе предвид, че в растителните тъкани трябва да е около 0,5% от сухата маса (Mengel and Kirkby, 1987), може да се направи заключение, че в проведения опит съдържанието му е значително под оптималното за културата.

Въз основа на формирания добив (фиг. 1) и процентното съдържание на N, P, K, Ca и Mg в него е изчислен износът и трайното отчуждаване от полето на изследваните елементи (табл. 2).

Направен е и условен баланс на азота, фосфора и калия, на базата на внесеното с торовете и изнесеното с растителната продукция количество минерални елементи.

Количествата на изнесения с добивите азот варират от $3,2 \text{ kg N.da}^{-1}$ при неторения вариант до $18,6 \text{ kg N.da}^{-1}$ при максималната норма на торене (табл. 2), като са доста по-ниски от посочените в други изследвания с главесто зеле (Petkova, 1984). Азотът, изнесен със стопански важната част от добива (зелевите глави) е по-голям отколкото с листата. В проведения опит единствено при растенията, торени с N_{24} условният баланс е положителен ($+5,4 \text{ kg N.da}^{-1}$).

Данните за количествата на изнесения фосфор с биологичния добив от зеле показват ниски стойности – между $0,8$ и $3,2 \text{ kg P.da}^{-1}$. Най-висок износ на елемента е измерен при растенията, торени с $N_{16}P_{15}K_{10}$ и $N_{24}P_{15}K_{10}$, което се дължи основно на реализираните по-високи добиви, тъй като съдържанието на фосфор в растителната маса варира слабо по варианти. Независимо от това обаче посоченият износ на фосфор с биологичния добив е неколккратно по-нисък от цитирания в литературата (Петкова, 1984). Във всички опитни варианти условният баланс на фосфора е положителен.

С биологичния си добив зелето изнася от $4,9$ до $22,0 \text{ kg K.da}^{-1}$. Количествата калий, изнесени със зелевите глави са неколккратно по-големи (от $2,3$ до $3,8$ пъти) от изнесените с листната маса. Най-голям износ на калий с продукцията има при варианта, торен с най-висока азотна норма ($N_{24}P_{15}K_{10}$), но най-икономично, т. е. с най-голям износ в стопански ценната част от добива спрямо биологичния добив е вариантът, торен с N_8 . При всички изследвани нива на торене условният баланс на калия е отрицателен.

Износът на калций с общия добив е най-нисък при контролата – $4,7 \text{ kg Ca.da}^{-1}$. При вариантите с приложено торене с увеличаване на торовите норми нараства и износът на елемента, като при реализирания най-висок стопански и биологичен добив износът му е най-висок – $12,7 \text{ kg Ca.da}^{-1}$. Прави впечатление

фактът, че за разлика от калия, при който основно износът е със зелевите глави, то при калция се наблюдава обратният резултат. Количествата на изнесения с листната маса калций са с $3,6$ до $4,9$ пъти по-големи от изнесените със зелките. Натрупването на калций във външните листа на зелето в по-големи количества, отколкото в останалите вегетативни органи е установено и от други автори (Hara and Sonoda, 1979; Kalota and Chohura, 2015).

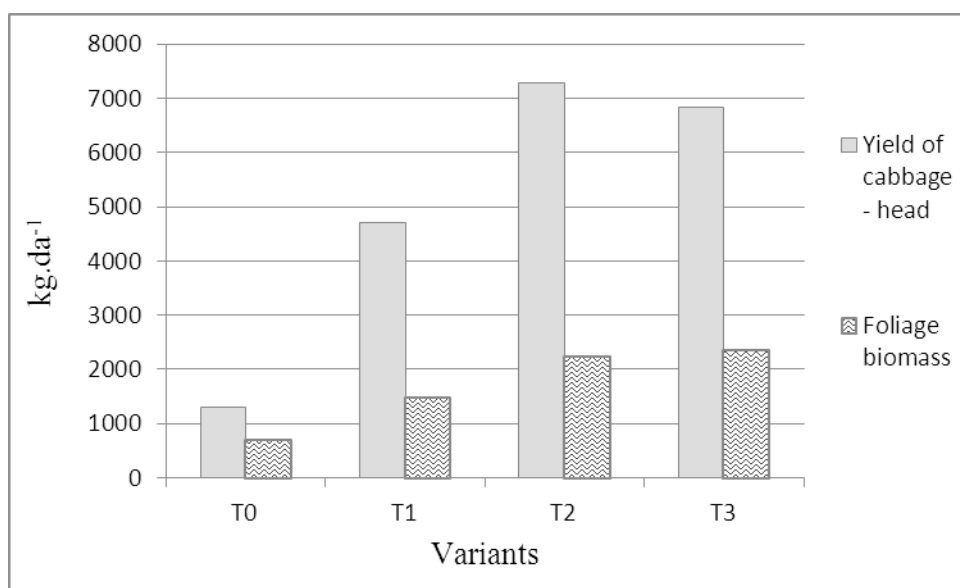
Количествата на изнесения с добива магнезий са малки – от $0,4$ до $1,4 \text{ kg Mg.da}^{-1}$ и съпоставими с количествата на изнесения фосфор от растенията. За разлика от фосфора, при който основната част се изнася със зелевите глави, при магнезия подобно на калция листните розети изнасят от почвата по-голямото му количество. Износът на магнезий подобно изнася на калций следва величината на получените добиви.

В таблица 3 са представени процентните участия на включените в изследването хранителни елементи, отнесени към общия им износ с биологичния добив на растенията. Най-голям общ износ на елементи от $57,17 \text{ kg.da}^{-1}$ има при растенията със средна норма на торене ($N_{16}P_{15}K_{10}$). Като се вземе предвид (фиг. 1), че разликите в добивите между вариантите, торени с N_{16} и N_{24} са статистически недоказани, е обяснима и незначителната разлика в общото съдържание на изнесените с продукцията елементи от тези два варианта. В литературата се посочва, че в началните етапи от развитието на зелето преобладава усвояването на азот, а в по-късните фази от развитието му се засилва постъпването на калий (Petkova, 1984). Резултатите от проведения опит доказват, че във фаза стопанска зрялост преобладаващо участие във формиране на добивите има калият – средно $39,8\%$ за торените варианти. Най-голямо е участието на калия в общия износ при растенията, торени с $N_8P_{15}K_{10}$. Втори по значение в общия износ (със $7,3\%$ по-малко от износа на калий) на хранителни елементи е азотът – средно с $32,5\%$. Прави впечатление, че процентното му участие в общия износ почти не зависи от размера на азотната норма. Високо е участието на калция

(19,8) в качеството на олигоелемент в общия износ на хранителни елементи от зелето. В проведенния опит за сметка на азота и калия износът на калций в процент от общия износ с неторените растения е по-голям от този при торените варианти.

С най-малко участие в общия износ участват фосфорът и магнезият. Докато за магнезия ниските изнесени количества са обясними поради генетично предопределеното незначително съдържание в растенията, то

ниските фосфорни концентрации в листата и зелките намират трудно обяснение. Трудно обяснимо е изключително ниското присъствие на фосфора в общия износ на елементи – средно за торените варианти 5,5%. При положение, че в специализираната литература (Petkova, 1984) фосфорът участва с 12 – 15% в общия износ получените стойности в изследването говорят за сериозни смущения във фосфорното хранене на растенията.



Фиг. 1. Добив зеле kg.da⁻¹ (Nenova and Mitova, 2018)

Fig. 1. Yield of cabbage, kg.da⁻¹(Nenova and Mitova, 2018)

Таблица 1. Съдържание на макроелементи (в % към а.с.б.) във вегетативните органи на главесто зеле

Table 1. Content of macroelements in vegetative organs of cabbage (% of absolutely dry weight)

Варианти Variants	Вегетативни органи Vegetative organs	Макроелементи (в % към а.с.б.) Macroelements (% of absolutely dry weight)				
		N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
T ₀ - N ₀ P ₀ K ₀	Листа / Leavs	1,83	0,43	1,8	4,71	0,29
	Глава / Head	1,38	0,38	2,9	0,68	0,11
	Кочан / Center stem	1,79	0,52	3,9	1,83	0,20
	Средно / Average	1,67	0,44	2,87	2,41	0,20
T ₁ - N ₈ P ₁₅ K ₁₀	Листа / Leavs	2,32	0,31	2,0	3,13	0,27
	Глава / Head	2,22	0,41	3,3	0,38	0,12
	Кочан / Center stem	1,99	0,76	4,9	0,38	0,20
	Средно / Average	2,18	0,49	3,40	1,30	0,20
T ₂ - N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	Листа / Leavs	2,13	0,41	2,0	3,45	0,26
	Глава / Head	1,88	0,31	2,5	0,43	0,09
	Кочан / Center stem	2,53	0,57	3,9	0,63	0,25
	Средно / Average	2,18	0,43	2,80	1,50	0,20
T ₃ - N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	Листа / Leavs	2,75	0,39	1,9	3,09	0,26
	Глава / Head	2,09	0,38	3,2	0,44	0,12
	Кочан / Center stem	2,46	0,61	4,7	0,56	0,22
	Средно / Average	2,43	0,46	3,27	1,36	0,20

Таблица 2. Износ на хранителни елементи с биомасата на главесто зеле (kg.da⁻¹)

Table 2. Uptake of macroelements by cabbage biomass (kg.da⁻¹)

Варианти Variants	Износ с вегетативните органи (kg. da ⁻¹) Uptake by the vegetative organs (kg.da ⁻¹)		Общ износ (kg. da ⁻¹) Total uptake (kg.da ⁻¹)	Износ с 1000 kg продукция Uptake with 1000 kg of yield	Условен баланс Conditional balance
	Листа Foliage	Зелева глава Cabbage head			
Азот / Nitrogen					
T ₀ -N ₀ P ₀ K ₀	1,53	1,62	3,2	1,60	
T ₁ -N ₈ P ₁₅ K ₁₀	4,10	8,96	13,1	2,12	-5,1
T ₂ -N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	6,16	12,03	18,2	1,92	-2,2
T ₃ -N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	7,72	10,85	18,6	2,03	+5,4
Фосфор / Phosphorus					
T ₀ -N ₀ P ₀ K ₀	0,36	0,45	0,81	0,25	
T ₁ -N ₈ P ₁₅ K ₁₀	0,55	1,65	2,20	0,13	+12,8
T ₂ -N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	1,19	1,98	3,17	0,11	+11,8
T ₃ -N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	1,10	1,97	3,07	0,24	+11,9
Калий / Potassium					
T ₀ - N ₀ P ₀ K ₀	1,50	3,40	4,9	2,46	
T ₁ - N ₈ P ₁₅ K ₁₀	3,54	13,32	16,9	2,74	-6,9
T ₂ - N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	5,78	15,99	21,8	2,29	-11,8
T ₃ - N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	5,34	16,62	22,0	2,40	-12,0
Калций / Calcium					
T ₀ - N ₀ P ₀ K ₀	3,93	0,80	4,7	2,36	
T ₁ - N ₈ P ₁₅ K ₁₀	5,53	1,53	7,1	1,15	
T ₂ - N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	9,98	2,75	12,7	1,34	
T ₃ - N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	8,68	2,28	11,0	1,20	
Магнезий / Magnesium					
T ₀ - N ₀ P ₀ K ₀	0,24	0,13	0,4	0,20	
T ₁ - N ₈ P ₁₅ K ₁₀	0,48	0,48	1,0	0,16	
T ₂ - N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	0,75	0,58	1,3	0,14	
T ₃ - N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	0,73	0,62	1,4	0,15	

Таблица 3. Структура на изнесените с биологичния добив хранителни елементи от зеле
Table 3. Structure of the macroelements uptake with the biological yield of cabbage

Вариант Variants	Общ износ (kg. da ⁻¹) Total uptake (kg.da ⁻¹)	Total N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
T ₀ -N ₀ P ₀ K ₀	14,0	22,9	5,7	35,0	33,6	2,9
T ₁ -N ₈ P ₁₅ K ₁₀	40,3	32,5	5,5	41,9	17,6	2,5
T ₂ -N ₁₆ P ₁₅ K ₁₀	57,17	31,8	5,6	38,1	22,2	2,3
T ₃ -N ₂₄ P ₁₅ K ₁₀	56,04	33,2	5,5	39,3	19,6	2,5
Средно за торените варианти Average for fertilized variants	51,17	32,5	5,5	39,8	19,8	2,4

Изводи

Внасянето на минерален азот в почвата води до увеличаване на съдържанието на N в растенията от вариантите, торени с N₈P₁₅K₁₀ и N₁₆P₁₅K₁₀ с 36%, а при вариант N₂₄P₁₅K₁₀ – с 46% спрямо контролата. Количеството на калция намалява спрямо контролата в резултат на торенето. Изпитаните торови норми и съотношения на хранителните елементи в проведения опит оказват слабо влияние върху съдържанията на фосфора, калия и магнезия в органите на зелето.

Количествата на изнесения с добивите азот варират от 3,2 при неторения вариант до 18,6 kg N.da⁻¹ при максималната норма на торене, като единствено при растенията, торени с N₂₄ условният баланс е положителен (+5,4 kg N.da⁻¹). Изнесенният фосфор с биологичния добив от зеле показва ниски стойности между 0,8 и 3,2 kg P.da⁻¹. Най-голям износ на калий с продукцията има при варианта, торен с най-висока азотна норма, но най-икономично, т. е. с най-голям износ в стопански ценната част от добива спрямо биологичния е вариантът, торен с N₈. Износът на калций и на магнезий нараства с увеличаване на торовите норми, като следват величините на получените добиви.

Най-голям общ износ на елементи от 57,17 kg.da⁻¹ има при растенията със средна норма на торене (N₁₆P₁₅K₁₀). Във фаза стопанска зрялост преобладаващо участие във формиране на добивите има калият – средно 39,8% за торените варианти, следван от азота – средно с 32,5% и калция – 19,8%. Участието на фосфора в общия износ е ниско – 5,5%.

Литература

- Atanassova, E.** (2005). Changes in biochemical quality indicators in vegetable crops under the influence of different norms and sources of nitrogen fertilization. Dissertation, ISSAPP “N. Poushkarov”, Sofia, 160 pp. (Bg)
- Atanassova, E., Mitova, I., Dimitrov, I., Stancheva, I.** (2007). Effect of different fertilizer sources on the quality of head cabbage. *Journal of Applied Horticulture*, 9 (1), 74-76
- Dumičić, G., Vukobratović, M., Vukobratović, Ž., Urlić, B., Žanko, M., and Kudić, H.** (2013). Effect of fertilization on cabbage yield characteristics. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Special Issue, Vol. 2, p. 399-403
- Hara, T. and Sonoda, Y.** (1979). The role of macro-nutrients for cabbage head formation (preliminary report), *Soil Science and Plant Nutrition*, 25(1), 103-111
- Kolota, E. and Chohura, P.** (2015). Control of head size and nutritional value of cabbage by plant population and nitrogen fertilization. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(2), 75-85
- Koutev, V., Slavov, D., Kozelov, L., Yanchev, I.** (2010).

Achieving nutrient balance at farm level: a tool for managing sustainable agriculture - 95 pp. *Ambrosia Ltd.* ISBN 978-954-90671-9-4 (Bg)

Mengel, K. and Kirkby, E. (1987). Principles of Plant Nutrition (4th ed.), International Potash Institute, pp. 658, Worblaufen-Bern, Switzerland

Mitova, I. and Dinev, N. (2012a). Morphological evaluation and yield of cabbage at late field production. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, **XLVI**(4), 86-90 (Bg)

Mitova, I. and Dinev, N. (2012b). Plant uptake and export of nutritional elements by cabbage yield. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, **XLVI**(4), 91-95 (Bg)

Moteva, M., Gadjalska, N., Kancheva, V., Tashev, T., Georgieva, V., Koleva, N., Mortevev, I., Petrova-Brahicheva, V. (2016). Irrigation scheduling and the impact of irrigation on the yield and yield components of sweet corn. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Agriculture, *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LIX, Romania, Bucharest 2016, p. 332-339

Nenova, L. and Mitova, I. (2018). Effect of mineral fertilization on the morphological characteristics and yield of cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*). *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, **52**(1), 38-46 (Bg)

Petkova, V. (1984). Effect of mineral fertilization on the growth and productive manifestations and the balance of certain nutrients in late head cabbage. Dissertation. Maritza Institute of Vegetable Crops, Plovdiv (Bg).

Stamenov, I. (2017). Sustainable management of field crops nutrition with phosphorus and potassium. Dissertation, ISSAPP "N. Poushkarov", Sofia (Bg).

Stefanova, V., Arnaudova, Zh., Mihov, K. (2015). Land suitability evaluation for vegetable crops in Plovdiv Region, Bulgaria, using GIS application. Sixth International Scientific Agricultural Symposium, October 15-18, 2015, "Agrosym 2015", Book of proceedings, 1278-1284

Westerveld, S., McDonald, M., McKeown, A. and Scott-Dupree, C. (2003). Optimum nitrogen fertilization of summer cabbage in Ontario. *Acta Horticulturae*, **627**, 211-215