

DOI: <https://doi.org/10.61308/NCTA7164>

## Динамика на натрупване на абсолютно суха биомаса на царевица в зависимост от приложеното торене на Излужена Смолница

Миладин Назарков

ССА, ИПАЗР „Н. Пушкарков“, София, България

E-mail: m.nazarkov@issapp-pushkarov.org

### Резюме

Изследването има за цел да се установи ефектът върху динамиката на натрупване на абсолютно суха биомаса по фази на развитие на царевица (*Zea mays* L), сорт „Феномен“ на Синджента в полски опит при неполивни условия и торене с минерални и органични торове. Опитът е изведен през 2023 в опитна база Божурище на ИПАЗР „Н. Пушкарков“, София област на Излужена Смолница (*Haplic Vertisols*, FAO) и включва 7 варианта на торене, вариращи в три повторения. Взети и анализирани са растителни проби по фази на развитие на царевица – „9-10-ти“ лист и „млечна зрялост“ и е отчетен общ добив суха биомаса. Получени са данни за абсолютно сухата биомаса от надземната част на ранен сорт царевица. Установено е, че при формиране на добива от абсолютно суха биомаса в двете изследвани фази („9-10-ти“ лист и „млечна зрялост“), самостоятелното и комбинирано използване на торене с минерални и органични торове (с растителен и животински произход) е оказало положителен ефект върху количеството на натрупаната абсолютно суха биомаса (листа + стъбла през фаза „9-10-ти“ и листа + стъбла + кочани през следващата фаза). Най-ниски резултати са получени в контролния вариант без торене (V1) и в двете изследвани фази. Във фаза „9-10-ти“ лист най-голям ефект върху получения общ добив от листа и стъбла е постигнат във варианта с комбинирано използване на минерални торове (V2), следван от вариант V6 - съвместно комбинирано използване на минерални торове и органичен тор от животински произход Фертилполина.

Във фаза „млечна зрялост“ най-голям ефект от общ добив абсолютно суха биомаса от листа и стъбла е постигнат във варианта с комбинирано използване на минерални торове (V2), следван от варианта на съвместно комбинирано използване на минерални торове плюс органичен тор Лейли алга сойл (V5), следван с малка разлика от V6, в който органичният тор Лейли с растителен произход е заменен с органичен тор от животински произход - Фертилполина. Анализираният показател – абсолютно суха биомаса установява сходна тенденция и в двете фази от развитието на царевицата във втори вариант на торене.

**Ключови думи:** органични торове, минерални торове, норми на торене, абсолютно суха биомаса, царевица

# Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize in dependence of applied fertilization on Vertisol

Miladin Nazarkov

*Agricultural Academy, ISSAPP "N. Pushkarov", Sofia, Bulgaria*

**Corresponding author:** m.nazarkov@issapp-pushkarov.org

**Citation:** Nazarkov, M. (2024). Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize in dependence of applied fertilization on Vertisol. *Bulgarian Journal of Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 58(1), 3-15 (Bg).

## Abstract

The research aims to determine the effect on the dynamics of accumulation of absolutely dry biomass by development phases in maize (*Zea mays* L) under non-irrigated conditions and fertilization with mineral and organic fertilizers. The field experiment was carried out in 2023 at the Bozhurishte experimental base of ISSAPP "N. Pushkarov", Sofia region, on the soil type Leached Smolnitsa (*Haplic Vertisols*, FAO). The study included 7 fertilization variants in 3 replications. Analyzes of absolute dry matter in the biomass of one plant by stages of development in maize - "9-10th" leaf and "milk maturity" were carried out, and total dry biomass yield by phases of leaves + stems and leaves + stems + cobs. Data were obtained for absolutely dry biomass from the part of early maize grown under non-irrigated conditions. It was established that in the formation of the yield of absolutely dry biomass in maize, in all investigated phases ("9-10th" leaf and "milk maturity"), the independent and combined use of fertilization with mineral and organic fertilizers (with plant and animal origin) had a positive effect on the amount of accumulated absolutely dry biomass (leaves + stems and leaves + stems + cobs), with the lowest results in both investigated phases being found in the variant without included fertilization (V1). In the "9-10th" leaf phase, the greatest effect on the obtained total yield of leaves and stems was achieved with the variant with combined use of mineral fertilizers (V2), followed by variant V6 - combined use of mineral fertilizers and organic fertilizer of animal origin Fertipolina. In the "milk maturity" phase, the greatest effect of the total yield of absolutely dry biomass of leaves and stems was achieved in the variant with the combined use of mineral fertilizers (V2), followed by the variant of the joint combined use of mineral fertilizers plus organic fertilizer Leili alga soil (V5), closely followed by V6, in which the plant-based organic fertilizer Leili is replaced by the animal-based organic fertilizer Fertipolina. Therefore, the analyzed indicator - absolutely dry biomass establishes a similar trend in both phases of corn development in the second fertilization option.

**Key words:** organic fertilizers, mineral fertilizers, fertilization rates, absolutely dry biomass, maize

## Въведение

През последните години в световен мащаб добивите от отглежданите култури се увеличават и продоволствената сигурност е подобрена поради нарастващото влагане на химически торове за основно торене и подхранване с прилагането на нови технологии (Tilman et al., 2001, Ni et al., 2011, Duan et al., 2016). Получаването на по-високи добиви селскостопанска продукция от единица земеделска площ, чрез повишаване употребата на минерални торове и химически средства за растителна защита, създава риск от замърсяване на почвата, растенията и водите с вредни за човешкото здраве химични съединения и нарушаване на почвеното екологично равновесие. Освен това, увеличената употреба на торовете в земеделието, води до нарастване емисията на основните парникови газове (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O) (Wauters et al., 2010, Stuart et al., 2014, Zhang et al., 2013, Sierra et al., 2015, Smith & Siciliano, 2015, Uphoff & Dazzo, 2016). От съществено значение е да се разработят свързани стратегии за устойчиво земеделие (Duan et al., 2016).

Компенсацията на изнесените хранителни вещества и възстановяването на нарушеното минерално равновесие в агроecosистемите, се прави чрез торене. Осигуряването на оптимално развитие на земеделските култури с минимален негативен ефект върху околната среда, включва правилно определяне на нормата на торене, формата на торовете, начините и сроковете на внасяне (Nikolova et al., 2014).

Не добре балансираното и подходящо торене, често е причина за силно редуциране на добивите (Gerassimova, et al., 2022). Известно е, че торенето е едно от най-ефективните средства за повишаване продуктивността на основните зърнено-житни култури. То е от първостепенно значение и за качеството на добивите от съвременните хибридни зърнени култури, които изискват минерални хранителни вещества в големи количества (Traikov et al., 2017).

За постигане на високи икономически резултати в земеделието е необходимо изучаване

на взаимовръзката между конкретните почвено-климатични условия и физиологичните изисквания на отглежданите култури във всеки етап от тяхното развитие (Tsenov & Gubатов, 2018). Съществуват много научни изследвания, както у нас, така и в чужбина, свързани с различните фактори, оказващи влияние върху количеството на абсолютно сухата биомаса от царевица. Повечето автори са на мнение, че минералното торене на царевицата е предпоставка за натрупване на по-голяма биомаса, което води до по-висок добив от основна и допълнителна продукция (Nazarkov & Nikolova, 2020; Alexandrova, et al., 2009; Tosheva, 1995; Toncheva, et al., 2006; Banerjee et al., 2003). Ефективността на внесените с торенето основни хранителни вещества зависи не само от количеството на отделните елементи, но и от комплексното взаимодействие между тях. Не добре балансираното и подходящо торене, често е причина за силно редуциране на добивите (Gerassimova et al., 2022). Известно е, че торенето е едно от най-ефективните средства за повишаване продуктивността на основните зърнено-житни култури. То е от първостепенно значение и за качеството на добивите от съвременните хибридни зърнени култури, които изискват минерални хранителни вещества в големи количества (Traikov et al., 2017).

Извършени проучвания на различни почви с прилагане на органични и неорганични комбинирани торове и торове с контролирано освобождаване, позволяват намаляване прекомерната употреба на химични торове и намаляване загубата на хранителни елементи в селското стопанство (Ni et al., 2011). Органичните торове са подходящи да се използват в биологичното и конвенционалното земеделие. Използването им допринася във висока степен за устойчивостта на околната среда и увеличаването на селскостопанското производство (Dick & Gregorich, 2004, Conway & Barbier, 2013). Прилагането на органични торове вместо химични е икономически осъществимо и е един от екологосъобразните дългосрочни подходи към постигане на устойчиво земеделие

(Hui et al., 2017). Ефектът на органичните торове върху добива обаче е бавен и променлив в краткосрочен план. Използването на органични торове изисква повече труд и парични средства в сравнение с използването на химически торове. Комплексното използване на органични торове и торове с химичен произход е приемлива алтернатива на стандартните химични торове и е от полза за намаляване вредното влияние върху околната среда (Khamwichit et al., 2006, Duan et al., 2016). За разлика от химичните торове, продуктите от органичен произход, които съдържат в състава си микориза, осигуряват общо по-добро здраве за растенията и почвата. Всички те влияят положително на метаболизма на растенията, повишават толерантността срещу заболявания. Подобряват структурата на почвата и получаването на по-високи добиви.

Изследването има за цел да се установи ефектът върху динамиката на натрупване на абсолютно суха биомаса по фази на развитие на царевица (*Zea mays* L.) в полски опит на Излужена Смолница при неполивни условия и торене с различни комбинации на минерални и органични торове.

## Материал и методи

За реализиране на поставената цел през периода 2023 е изведен полски опит с ранен хибрид царевица (*Zea mays* L.), сорт Феномен (FAO 160) на Синджента в опитна база Божурище на ИПАЗР „Н. Пушкиров”, Софийска област. Базата попада в района на високите полета в Западна България, Софийско Краищенския екологичен район.

Опитът е заложен по блоковия метод (стандартен) с дълги парцелки с обща площ от 0,0615 ha. Изследването включва 7 варианта на торене (V1-V7), вариращи в 3 повторения с размер на реколтните парцели от 25 m<sup>2</sup> (схема 1).

На таблица 1 са посочени вариантите на торене и количество минерални и органични торове и комбинирано използване между тях в kg/ha. Първи вариант (V1) е без торене; втори вариант (V2) е с внесен комбиниран NPK тор –

200 kg/ha + амониев нитрат – 400 kg/ha; трети вариант (V3) е с използване на NPK – 200 kg/ha и органичен тор от растителен произход Лейли алга сойл – 200 kg/ha; четвърти вариант (V4) е NPK – 200 kg/ha и органичен тор от животински произход Фертилполина – 40 kg/ha; пети вариант (V5) включва употребата на редуцирани дози с 50% на NPK – 10 kg/ha + амониев нитрат – 20 kg/ha и органичен тор Лейли алга сойл с приетата доза на употреба от 200 kg/ha; шести вариант (V6) включва употребата на редуцирани дози с 50% на NPK – 100 kg/ha + амониев нитрат – 200 kg/ha и органичен тор Фертилполина с общоприетата доза за употреба от 400 kg/ha; седми вариант (V7) е комбинирано торене със завишени норми на приложение от 150% на продукти с органичен произход Лейли алга сойл и Фертилполина.

Опитът е изведен при неполивни условия върху Излужена Смолница, която е представител на най-тежката по механичен състав почвена разновидност. Според класификацията на почвите в България се определя като Naplic Vertisol (FAO, 2006) и е типичен представител на глинестите смолници в Софийско. Съдържание на физична глина 78-80%, а на ил 62%. Относителната плътност на почвата е 2,68. Обемната плътност в сухо състояние е 1,95-2,0 g/cm<sup>3</sup>, а при ППВ - 1,23-1,25 g/cm<sup>3</sup>.

Извършени са предсеитбени почвени обработки на полето за царевица, включващи две дискувания на кръст с дискова брана с работна ширина 4 m и обработка на култивиране с чизел култиватор с работна ширина 4 m. Торенето е извършено преди сеитбата на културата с последната предсеитбена обработка на почвата.

В резултат на отчетените чести валежи през месец май, сеитбата на културата е извършена 25-30 дни по-късно от оптималния агротехнически срок за района. Засята е на 23.V. 2023 с пневматична сеялка за окопни култури Gaspardo на поле без предшественик култура и поддържано на угар през предходната година. След сеитбата е извършено валиране с валак тип “Кембридж”. По препоръка на производителя, царевицата е засята при гъстота от 64000 растения на ha, от които реколтирани – 60000 бр. В ранни фази от

**Схема 1.** Варианти на торене и количество активно вещество на приложените торове (kg/ha)  
**Scheme 1.** Variants of fertilization and amount of active substance of the applied fertilizers (kg/ha)

Варианти на торене и видове торове	Физически приложени минерални и органични торове (kg/ha)
V1 - без торене	-
V2 - NPK + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	(NPK - 200 kg/ha + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> - 400 kg/ha)
V3 - NPK + Лейли алга сойл	(NPK - 200 kg/ha + Лейли алга сойл - 200 kg/ha)
V4 - NPK + Фертилполина	(NPK - 200 kg/ha + Фертилполина - 400 kg/ha)
V5 - NPK + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + Лейли алга сойл	(NPK - 100 kg/ha + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> - 200 kg/ha + Лейли алга сойл - 200 kg/ha)
V6 - NPK + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + Фертилполина	(NPK - 100 kg/ha + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> - 200 kg/ha + Фертилполина - 400 kg/ha)
V7 - Лейли алга сойл + Фертилполина	(Лейли алга сойл - 300 kg/ha + Фертилполина - 600 kg/ha)

развитието на културата е извършено листно приложение на вегетативен широкоспектърен хербицид срещу едногодишни и многогодишни житни и широколистни плевели Елумис ОД (Никосулфурон 30 g/l и Мезотрион 75 g/l) в доза 2 l/ha в резервоарна смес с органичен биостимулатор Лейли алга 600 в доза 500 g/ha. Използваният работен разтвор е 300 l/ha е приложен в подходяща фаза на приложение за културата („6-7-ми“ лист) и плевелите (житни плевели – фаза „1-ви – 3-ти“ лист и на широколистните плевели – фаза „2-ри – 4-ти“ лист). Десет дни след пръскането с хербицид и биостимулатор е извършена междуредова почвена обработка на разрохкване с окопаване на царевичката с окопен култиватор Gaspardo.

Определено е количеството на абсолютно сухо вещество и биомасата на едно растение в две основни фази от развитието на царевичка – „9-10-ти“ лист и „млечна зрялост“.

Направена е статистическа обработка на получените резултати по метода на еднофакторния дисперсионен анализ чрез програмата Statgraphics (ANOVA). За установяване на разликите между изследваните варианти са използвани най-малките доказани разлики (LSD) – съответно при  $p \leq 0,05$  (95%).

## Резултати и обсъждане

В климатично отношение стопанската 2023 е по-суха и с температури по-високи от средните за многогодишен период. При извеждането на полския опит, през май е отчетена по-ниска средна месечна температура от  $-1,5^{\circ}$  C от средно месечната температура за дългогодишен период. През месец юни средните температури не се различават съществено и са с близки стойности. През месеците VII – X се наблюдава тенденция на измерени по-високи средни месечни температури. За периода VI – X. 2023 от  $2,9$  до  $4,5^{\circ}$  C, сравнени с температурите за дългогодишен период и измерените по-ниски количества валежи за същия период, повлияха негативно върху получените добиви от царевичка във всички варианти на изследване. Сумата на средно месечните температури за периода V – X е с  $1,9^{\circ}$  C по-висока от измерената за дългогодишен период. Измерената годишна сума на валежите за дългогодишен период (1931 – 1985) е  $593$  l/m<sup>2</sup> с ясно изразен максимум на валежите през месеците V-VI и минимум през I-III.

За дългогодишен период в месеците - V-X е измерена сума на валежите от  $346$  l/m<sup>2</sup>. През вегетацията на царевичката юни – октомври 2023, общата сума на валежите е  $317,6$  l/m<sup>2</sup>, като отчетеното количество е под средното за многогодишен период с  $8,2\%$  (фиг. 1).

Количеството на падналите валежи е най-високо през месец юни (161,4 l/m<sup>2</sup>), като за дните от 1 до 15 май са отчетени 11 дни с валежи, което се отрази неблагоприятно върху началните фази от развитието на царевицата (от фаза поникване до 3-ти лист). След този период настъпва период на засушаване (юли, август и октомври), като за месеците юли и октомври, регистрираните месечни валежи са най-малко, съответно 11,8 и 4,4 l/m<sup>2</sup> (фиг. 2). Валежите през октомври, нямат значимост за получения добив от абсолютно суха биомаса в царевица.

Проведеният полския опит с царевица през 2023 проследява влиянието на предсеитбено приложение на гранулирани минерални и органични торове за основно торене, върху динамиката на натрупване абсолютно суха биомаса в органите на царевица, в две фенологични фази – „8-9-ти“ лист (листа + стъбла) и „млечна зрялост“ (листа + стъбла и листа + стъбла + кочани). Количеството на натрупаната суха биомаса е в пряка зависимост от процентното съдържание на сухото вещество в отделните органи на растението, фенологичната фаза на развитие и фактора торене при използването на различни видове и норми на приложение.

При изследваните две фенологични фази, съдържанието на абсолютно сухо вещество в листата е по-високо във фаза млечна зрялост – от 23,70% до 30,30%, и във фаза „9-10-ти“ лист от 21,10% до 28,91% (таблица 2). В стъблата съдържанието на абсолютното сухо вещество е най-високо във фаза млечна зрялост (от 25,10% до 28%), а във фаза „9-10-ти“ лист, то варира от 14,12% до 18%. Най-високо съдържание на суха биомаса е отчетена в кочаните в млечна зрялост (от 21,14% до 31,10%) (таблица 3).

Извършен е статистически анализ на получените данни, в който са представени получените резултати за общото количество свежа биомаса от царевица във фаза „млечна зрялост“. Ясно се откроява, че най-ниският общ добив е получен във варианта без торене. Той попада в хомогенна група А и съществено се отличава от вариантите, попадащи в група С. С най-висок добив са втори (V2) вариант

с приложеното минерално торене – 355,43 g/растение и пети (V5) вариант – 344,43 g/растение, в който е приложено комбинирано торене на минерални торове с органичен тор Лейли алга сойл. Именно те са в хомогенна група С. Останалите варианти (3,4, 6 и 7) попадат в междинни групи и разликите между тях не са статистически значими (таблица 1).

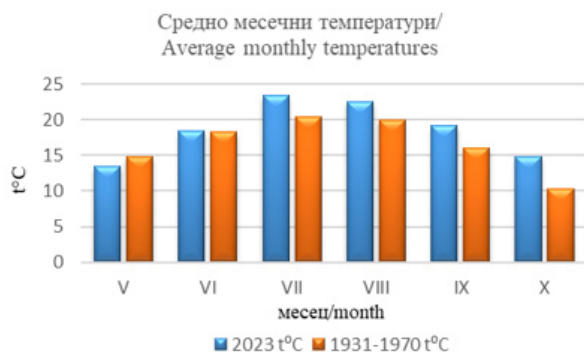
Еднофакторният анализ разлага варирането в данните в две компоненти - между групите и вътре в групата. F-съотношението в този случай е 5,25 и е съотношение между групите. Тъй като P-value=0,0050 на F-test е по-малко от 0,05, то разликата в значенията е статистически значима и доказана при 5% ниво на достоверност (таблица 1a).

Количеството от суха биомаса на листата на едно растение на царевица, варира в широки граници (от 10,36 g до 17,98 g) при вариантите V4 и V2 в първата отчетена фаза на изследването („9-10-ти лист“). С установени разлики от V2 в низходящ ред са получени количествата суха биомаса във вариантите включващи V6, V5 и V7 с 16,03 g (-10,85%), 15,42 g (-14,24%) и 14,63 g (-18,63%) от растение. Най-ниска стойност е отчетена във варианта със самостоятелно приложение на органичен тор Фертилполина (V4) – 10,36 g, следван от V1 (без торене) с 10,55 g. Отчетена е незначителна разлика между тях (V1 и V4) от 1,8% (таблица 3).

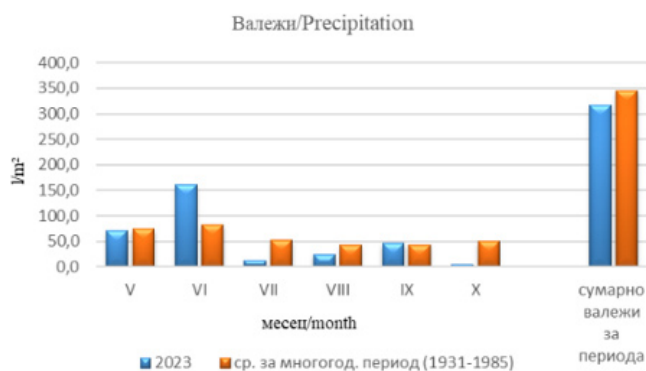
Във фаза „млечна зрялост“ количеството суха биомаса в листата на едно растение варира от 17,09 до 40,26 g като тя е най-ниска във V1 и най-високо във V2. Проследени и установени са разлики, при които след V2, се нареждат вариантите V5, V6 и V3 с 38,07 g (-5,44%), 35,87 g (-10,9%) и 34,11 g (-15,28%) на растение (таблица 4).

Най-ниска стойност е отчетена във варианта без торене (V1) – 17,09 g, следван от вариантите V7 – 23,54 g и V4 – 28,07 g, като отчетената разлика между V1 и V4 е 64,25%, а между V1 и V7 се наблюдава тенденция на намаляване с 37,74%.

От извършените анализи и на разликите във варирането на добива суха биомаса по варианти на листа, е отчетено измерване, което



**Фиг. 1.** Количество валежи за периода м. V-X за дългогодишен период и 2023 в ОП Божурище, (l/m<sup>2</sup>)  
**Fig. 1.** Amount of precipitation for the period V-X for a long period and 2023 in OP Bozhurishte, (l/m<sup>2</sup>)



**Фиг. 2.** Сума на валежите за периода м. V-X. За дългогодишен период и 2023 в ОП Божурище, (l/m<sup>2</sup>)  
**Fig. 2.** Amount of precipitation for the period m. V-X. For a long period and 2023 in OP Bozhurishte, (l/m<sup>2</sup>)

разглежда V7 и V4, като в седми вариант е отчетен по-висок добив суха биомаса с 19,24% от четвърти вариант.

В измерваните две фенологични фази от развитието на листа, не се наблюдава еднопосочна тенденция от влиянието изпитваните торове върху получената суха биомаса по варианти.

Количеството на отчетената суха биомаса на стъблата във фаза „9-10-ти“ по фази от

развитието, варира в широки граници (от 19,10 до 33,73 g) в едно растение при V1 и V2.

Със съществена разлика от V2 в низходящ ред се подреждат варианти V6, V4 и V7, с получени по-ниски стойности - 28,66 g (-15%), 26,35 g (-21,88%) и 23,56 g (-30%) на растение. Най-ниска стойност е отчетена във варианта без торене (V1) - 19,10 g, следван от вариант V5 – 21,65 g (комбинирано торене

**Таблица 1.** Обобщена статистика за теглото на цяло растение, 30.08.23  
**Table 1.** Summary Statistics for Weight of whole plant, 30.08.23

Варианти/ Variants	Средно+ хомогенни гр./ Average+ homogenous gr.	Стандартно отклонение/ Standard deviation	Коефициент на вариране/ Coeff. of variation	Минимум/ Minimum	Максимум/ Maximum	Обхват/ Range
V1	237,33 A	26,10	10,99%	210,0	262,0	52,0
V2	355,43 C	25,29	7,11%	333,3	383,0	49,7
V3	322,2 BC	67,33	20,9%	250,0	383,3	133,3
V4	278,9 AB	6,965	2,49%	273,3	286,7	13,4
V5	344,43 C	38,31	11,12%	306,7	383,3	76,6
V6	335,57 BC	30,98	9,23%	300,0	356,7	56,7
V7	252,23 A	24,102	9,55%	236,7	280,0	43,3
Total	303,73	53,81	17,72%	210,0	383,3	173,3

**Таблица 1а.** ANOVA за тегло на цялото растение, 30.08.23 г. по варианти  
**Table 1a.** ANOVA Table for Weight of whole plant, 30.08.23 by variants

Вариация/ Source	Сума на квадратите/Sum of Squares	Df	Среден квадрат/ Mean Square	F сравнително/ F-Ratio	Ниво на значимост/ P-Value
Between groups	40085,0	6	6680,83	5,25	0,0050
Within groups	17825,9	14	1273,28		
Total (Corr.)	57910,8	20			

на минерални торове и органичен тор Лейли алга сойл) (таблица 2).

В „млечна зрялост“ е установено количеството суха биомаса в стебла, което варира от 36,47 до 51,83 g като тя е най-ниска във V7 и най-висока при V2. Изследвани са разликите и в останалите варианти като след V2, следват вариантите V6, V5 и V3 със стойности 41,06 g (-%), 40,49 g (-%) и 40,27 g (-%) от растение с отчетени малки разлики между тях. Най-ниска е стойността във варианта при смесено използване на торене с органични торове (V7) – 36,47 g, следван от вариантите V4 – 37,54 g

и V1 - 37,57 g. Отчетената разлика между V7 и V4 е 2,9%, като между вариантите V7 и V1, тя е 3,01%. Между трите варианта V7, V4 и V1 не се наблюдават съществени разлики на варирането върху получените добиви суха биомаса, (таблица 3 и таблица 5).

В измерваните две фенологични фази от развитието на стъблата, не се наблюдава еднопосочна тенденция от влиянието на изпитваните торове върху получената суха биомаса в изследваните варианти.

Получените резултати във фаза „млечна зрялост“ за влиянието на различното торене



**Таблица 2.** Абсолютно суха биомаса на листа и стъбла на едно растение във фаза „9-10-ти“ лист на царевица, 2023 (g)

**Table 2.** Absolute dry biomass of leaves and stems of one plant in the “9-10th” leaf phase of maize, 2023 (g)

варианти/ variants	абсолютно суха биомаса в листа от едно растение/ absolute dry biomass in the leaves per plant (g)	абсолютно суха биомаса в стъбла от едно растение/ absolute dry biomass in stems per plant (g)	абсолютно суха биомаса в листа и стъбла от едно растение/ absolute dry biomass in stems and stems per plant (g)	добив от абсолютно суха биомаса от листа и стъбла от едно растение/ yield of absolutely dry biomass from leaves and stems per plant (kg/ha)
V1	10,55	19,10	29,65	1779
V2	17,98	33,73	51,71	3103
V3	11,60	22,20	33,80	2028
V4	10,36	26,35	36,71	2203
V5	15,42	21,65	37,07	2224
V6	16,03	28,66	44,69	2682
V7	14,63	23,56	38,18	2291

**Таблица 3.** Абсолютно суха биомаса на листа, стъбла на едно растение във фаза „млечна зрялост“ на царевица, 2023 (%)

**Table 3.** Absolute dry biomass of leaves, stalks of one plant in the “milk maturity” phase of maize, 2023 (%)

фаза “9-10 лист” абс. сухо в-во (%)/ phase “9-10 sheet” abs. dry matter (%)	
листа/leaves	стъбла/stems
21,10	16,37
24,52	15,33
26,76	18,00
19,42	14,64
28,91	14,12
26,71	15,09
25,81	14,42

върху количеството абсолютно суха биомаса в кочани, показват, че то е най-ниско в първи вариант – 30,62 g. С най-близки до него стойности се отличава седми вариант, при висока стойност с 3,92 g повече средно за един

кочан. Най-голяма суха биомаса е отчетена във втори вариант – 59,10 g. При V3, V5, V6 се наблюдават най-малки вариации от всички изследвани варианти на опита за кочани, като резултатите на полученото сухо вещество е в

**Таблица 4.** Абсолютно суха биомаса на листа, стъбла и кочани на едно растение във фаза „млечна зрялост“ на царевица, 2023 (g)

**Table 4.** Absolute dry biomass of leaves, stems, and cobs per plant at the “milk maturity” stage of maize, 2023 (g)

варианти/ variants	абсолютно суха биомаса в листа от едно растение/ absolute dry biomass in the leaves per plant (g)	абсолютно суха биомаса в стъбла от едно растение/ absolute dry biomass in stems per plant (g)	абсолютно суха биомаса в кочани от едно растение/ absolute dry biomass in cobs per plant (g)	абсолютно суха биомаса в листа и стъбла от едно растение/ absolute dry biomass in stems and stems per plant (g)	абсолютно суха биомаса в листа, стъбла и кочани от едно растение/ absolutely dry biomass in leaves, stems and cobs per plant (g)	добив от абсолютно суха биомаса от листа и стъбла от едно растение/ yield of absolutely dry biomass from leaves and stems per plant (kg/ha)	добив от абсолютно суха биомаса от листа и стъбла и кочани от едно растение/ yield of absolutely dry biomass from leaves and stems and cobs per plant (kg/ ha)
V1	17,09	37,57	30,62	54,66	85,28	3280	5117
V2	40,26	51,83	59,10	92,09	151,19	5526	9071
V3	34,11	40,27	46,53	74,38	120,91	4463	7254
V4	28,07	37,54	43,99	65,61	109,59	3936	6576
V5	38,07	40,49	45,85	78,56	124,41	4713	7465
V6	35,87	41,06	46,25	76,93	123,18	4616	7391
V7	23,54	36,47	34,54	60,02	94,56	3601	5674

**Таблица 5.** Абсолютно суха биомаса на листа, стъбла и кочани на едно растение във фаза „млечна зрялост“ на царевица, 2023 (%)

**Table 5.** Absolute dry biomass of leaves, stems, and cobs of one plant in the “milk maturity” phase of maize, 2023 (%)

фаза “млечна зрялост” абс. сухо в-во (%)/ phase “milk maturity” abs. dry matter (%)		
листа/leaves	стъбла/stems	кочани/cobs
23,70	25,59	21,14
30,30	28,00	31,10
28,10	25,10	28,81
28,80	26,00	29,00
29,50	26,40	26,00
30,10	27,10	26,27
25,60	26,94	24,10

границите от 0,28 до 0,68 g (таблица 4).

Количеството на получения добив абсолютно суха биомаса от отделните органи (листа + стъбла) и общата биомаса на изследваните органи, в двете фази на проследяване варира в широки граници. Добивът от абсолютно суха биомаса е най-висок във варианта с приложени минерални торове (V2). Във фаза „9-10-ти“ лист е отчетен най-висок общ добив от листа и стебла - 3100 kg/ha. Най-нисък добив е отчетен във V1 – 1780 kg/ha, следван от V3 с 2030 kg/ha, със съществена разлика между тях от 250 kg, (таблица 1). При сравняване на резултатите във вариантите V4, V5 и V7 е отчетена малка разлика между тях от 20 до 70 kg.

Във фаза „млечна зрялост“, най-малко общо количество суха биомаса от листа и стебла е установена във варианта без торене (V1) - 3279,6 kg/ha. Във варианти V3 и V4 със самостоятелно използване на органични торове - са отчетени с 36% и 19,9% по-високи добиви в сравнение с неторения вариант (V1). При сравняване на вариантите с използваните два органични тора с растителен и животински произход (V3 и V4) по-висок добив е отчетен във варианта с внесен органичен тор Лейли алга сойл (V3) с 13,37% (таблица 4).

Добивът на общата абсолютно суха биомаса от листа, стъбла и кочани е отчетена във фаза „млечна зрялост“, като той варира в широки граници от 5120 до 9070 kg/ha. Най-висок е добивът при варианта на торене с минерални торове (V2), следван от варианта с комбинирано използване на минерални торове и органичен тор Лейли алга сойл (V5). Съществена е получената разлика и в добивите абсолютно суха биомаса от 1610 kg между вариантите с най-висок получен добив суха биомаса V2 и V5. При варианти V6 и V3 се наблюдават най-близки резултати с най-малки различия във варирането на получените добиви от 700 kg, (таблица 4).

## **Заклучение**

Установено е, че формирането на добива от абсолютно суха биомаса при царевицата в изследваните фази „9-10-ти“ лист и „млечна зрялост“ е повлияно в значителна степен от приложеното торене (V2-самостоятелно минерално, представляващо комбинация от комплексен NPK тор и амониева селитра, както и от останалите комбинации –V3, V4, V5, V6 и V7, в които минералното торене е съчетано с 2 вида органични торове (единият с растителен, а другият с животински произход). Ясно се откроява положителния ефект от торенето върху количеството на натрупаната абсолютно суха биомаса (листа + стъбла и листа + стъбла + кочани), като най-ниски резултати и в двете изследвани фази са установени във варианта без торене (V1).

Във фаза „9-10-ти“ лист най-голям ефект върху получения общ добив от листа и стъбла е постигнат във варианта с комбинирано използване на минерални торове (V2), следван от вариант V6 – в който минералният комбиниран NPK тор е съчетан с органичен тор от животински произход Фертилполина.

Извършеният статистически анализ за съдържанието на общото количество свежа биомаса от царевица във фаза „млечна зрялост“, ясно откроява, че най-ниският общ добив е получен във варианта без торене. Той попада в хомогенна група А и съществено се отличава от вариантите, попадащи в група С. С най-висок добив са втори (V2) вариант с приложеното минерално торене и V5 (комбинирано торене на минерални торове с органичен тор Лейли алга сойл). Именно те са в хомогенна група С. Останалите варианти (3,4, 6 и 7) попадат в междинни групи и разликите между тях не са статистически значими.

Във фаза „млечна зрялост“ най-голям ефект на общ добив абсолютно суха биомаса от листа и стъбла е постигнат във варианта с комбинирано използване на минерални торове (V2), следван от варианта с комбиниране на минерални торове плюс органичен тор Лейли алга сойл (V5). В тази фаза на измерване се наблюдава същата тенденция на получените резултати при извършено измерване на листа

+ стъбла + кочани.

## Благодарности

Публикацията на тема „Динамика на натрупване на абсолютно суха биомаса на царевица в зависимост от приложеното торене на Излужена Смолница“ е резултат от работа по Национална програма „Млади учени и постдокторанти – 2“, финансирана от Министерство на Образованието и Науката, Република България, където Селскостопанска академия е бенефициент по програмата.

## Литература

- Alexandrova, P., Dimitrov, I., & Mikova, A.** (2009). Dry biomass of maize influenced by fertilization rate and hybrids. *International conference „Soil Tillage and ecology”*, 157-161.
- Banerjee, M., Singh, S. N., & Debtanu, M.** (2003). Growth and light interception of popcorn Zea mays everta varieties as affected by nitrogen and plant population. *Ind. J. Environment and Ecology*, 21(4), 827-831.
- Conway, G.R., & Barbier, E.B.** (2013). *After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development*. Routledge.
- Dick, W. A., & Gregorich, E. G.** (2004). Developing and maintaining soil organic matter levels. In *Managing soil quality: Challenges in modern agriculture* (pp. 103-120). Wallingford UK: CABI publishing.
- Duan, Y., Xu, M., Gao, S., Liu, H., Huang, S., & Wang, B.** (2016). Long-term incorporation of manure with chemical fertilizers reduced total nitrogen loss in rain-fed cropping systems. *Scientific Reports*, 6(1), 33611.
- FAO (2006). World reference base for soil resources 2006. FAO, Rome
- Gerassimova, I., Nenova, L., Simeonova, Ts., Nenov, M., Lozanova, V., Nazarkov, V., & Petkova, Z.** (2022). Dynamics of the amounts of nitrogen, phosphorus, and potassium available to plants in the field experiment of Haplic Vertisols. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 59(4) 76-87 (Bg).
- Hui, L. I., Feng, W. T., He, X. H., Ping, Z. H. U., Gao, H. J., Nan, S. U. N., & XU, M. G.** (2017). Chemical fertilizers could be completely replaced by manure to maintain high maize yield and soil organic carbon (SOC) when SOC reaches a threshold in the Northeast China Plain. *Journal of integrative agriculture*, 16(4), 937-946.
- Khamwichit, W., Sanongraj, W., & Sanongraj, S.** (2006). Study of environmental impacts before and after using the organic-chemical fertilizer in rice paddy fields. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 3(1), 51-68.
- Nazarkov, M., & Nikolova, D.** (2020). Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize. *Pochvoznianie, agrokhimiya i ekologiya/Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 54(4), 72-81 (Bg).
- Ni, B., Liu, M., Lu, S., Xie, L., & Wang, Y.** (2011). Environmentally friendly slow-release nitrogen fertilizer. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(18), 10169-10175.
- Nikolova, M., Fixen, P., & Pop, T.** (Rev. Editors), (2014). Good practices for sustainable crop nutrition management. BIMPSCN BULGARIA- Project of International Plant Nutrition Institute (IPNI), USA, (Bg).
- Sierra, J., Causeret, F., Diman, J. L., Publicol, M., Desfontaines, L., Cavalier, A., & Chopin, P.** (2015). Observed and predicted changes in soil carbon stocks under export and diversified agriculture in the Caribbean. The case study of Guadeloupe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 213, 252-264.
- Smith, L. E., & Siciliano, G.** (2015). A comprehensive review of constraints to improved management of fertilizers in China and mitigation of diffuse water pollution from agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 209, 15-25.
- Stuart, D., Schewe, R. L., & McDermott, M.** (2014). Reducing nitrogen fertilizer application as a climate change mitigation strategy: Understanding farmer decision-making and potential barriers to change in the US. *Land use policy*, 36, 210-218.
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., ... & Swackhamer, D.** (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292(5515), 281-284.
- Toncheva, R., Dimitrova, F., & Pchelarova, H.** (2006). Influence of fertilization and soil difference on the formation of maize yield. *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*, 3 (Bg).
- Tosheva, E.** (1995). Optimization of maize fertilization of leached cinnomonic forest soil. *Crop Sciences*, 9-10, 132-135 (Bg).
- Traykov, N., Toncheva, R., & Dimitrov, I.** (2017). Comparative assessment of the productivity of wheat, grown at different soil and climatic conditions. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 51(1), 25-32 (Bg).
- Tsenov, N. & Gubatov, T.** (2018). Comparison of basic methods for estimating the size and stability of grain yield in winter wheat. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 55(5), 9-19 (Bg).
- Uphoff, N., & Dazzo, F. B.** (2016). Making rice production more environmentally-friendly. *Environments*, 3(2), 12.
- Wauters, E., Biielders, C., Poesen, J., Govers, G., & Mathijs, E.** (2010). Adoption of soil conservation practices in Belgium: An examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land use policy*, 27(1), 86-94.
- Zhang, W. F., Dou, Z. X., He, P., Ju, X. T., Powelson,**

**D., Chadwick, D., ... & Zhang, F. S.** (2013). New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(21), 8375-8380.

**Received:** 13th December 2023, **Approved:** 18th December 2023, **Published:** March 2024

**04.07.2024 Review:** Title changed to: Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize in dependence of applied fertilization on Vertisol

Previous title: Dynamics of accumulation of absolutely dry biomass in maize in dependence of applied fertilization on Eutric Fluvisol