

## **Ефективност на торенето на кромид лук в зависимост от азотната норма и поливния режим**

**Иванка Митова, Весела Петрова-Браничева**

*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията “Н. Пушкиarov”, София*

**E-mail:** smolyanovci@abv.bg; vessil@abv.bg,

### **Резюме**

Опитът е изведен върху излужена канелено горска почва в опитното поле на ИПАЗР “Н. Пушкиarov” в кв. “Челопечене”. Целта на изследването е да се установи влиянието на поливния режим и азотната торова норма върху усвояването на основните хранителни елементи, износа и разхода им за формиране на продукцията от кромид лук, както и влиянието на посочените фактори върху индикаторите за ефективност на азотното торене. Изследването включва 10 варианти с повърхностно, подпочвено напояване и микроструйни апарати, както и две норми с азотно торене, и контролен вариант. Получените добиви в проведеното изследване варират от 1732 (редуцирана поливна и торова норми - подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с  $N_5$ ) до 3200 kg/da (подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ ). Най-високи стойности на частичната продуктивност, на частичния хранителен баланс, на ефективността на възвращаемост – 0,47 kg.kg<sup>-1</sup> и на агрономическата ефективност (162 kg.kg<sup>-1</sup>) имат растенията с подпочвено капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_5$ . Вариантите с редуцирана поливна и торова норми, при които получените добиви са по-ниски от тези в контролния вариант се оказват агрономически неефективни.

**Ключови думи:** лук, азотно торене с  $N_5$  и  $N_{10}$ , частична продуктивност, частичен хранителен баланс, ефективност на възвращаемост.

## **Effectiveness of fertilization at onion depending on nitrogen rate and irrigation scheduling**

**Ivanka Mitova, Vesela Petrova**

*Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection “N. Pushkarov”, Sofia*

**E-mail:** smolyanovci@abv.bg; vessil@abv.bg

### **Abstract**

The experimental studies are made on leached cinnamon forest soil, in the experimental field of ISSAPP “N. Pushkarov” in Chelopechene district. The purpose of the study is to determine the impact of the irrigation regime and the nitrogen fertilizer rate on the absorption of the main nutrients, their export and consumption for the onion production, as well as the influence of these factors on the efficiency indicators of the nitrogen fertilization. The study includes 10 variants with surface, subsurface irrigation and micro-jet devices, as well as two nitrogen fertilization standards and a control variant (without irrigation and fertilization). The obtained yields in the experiments are in

range from 1732 (reduced irrigation and fertilization norms – subsurface drip irrigation DI – 50% irrigation rate and fertilization with  $N_5$ ) to 3200kg/da (subsurface drip irrigation SDI – 100% irrigation rate and  $N_{10}$  fertilization). The highest values of the partial productivity, of partial nutritional balance, of the efficiency of return – 0.47 kg.kg<sup>-1</sup> and of agro-economic performance (162 kg. kg<sup>-1</sup>) have plants with SDI with 100% irrigation rate and fertilization  $N_5$ . Variants with reduced watering and fertilizer rates, which yields are lower than those in the control variant, have proven their agricultural ineffectiveness.

**Key words:** onion, nitrogen fertilization with  $N_5$  and  $N_{10}$ , partial productivity, partial nutritional balance, efficiency of return.

Климатичните промени оказват решаващо влияние върху развитието и добивите на земеделските култури. През последните десетилетия промените в климата свързани с повишаване на температурите и намаляване количеството на валежите все по-често се коментират от учени метеоролози, агротехници, селекционери, както и от широката общественост. Глобалното затопляне и намаляване на валежите в повечето от географските региони имат отрицателен ефект върху производителността на културите (Parry, 1990). Редица автори са изследвали ефекта от минералното торене за преодоляване на последиците от различни по продължителност засушавания (Славов и Александров, 1996). Минералното торене, като неразделна част от технологията на отглеждане на основните земеделски култури е основен фактор за получаване на високи и стабилни добиви. Отрицателните последици в земеделието, следствие от неправилното торене могат да бъдат избегнати чрез определянето на баланса на хранителните елементи в почвата. Това е лесен и в същото време ефективен метод за оценка на тяхното използване от културите на ниво стопанство (Koutev et al., 2009). Показателите за ефективност на внесените с торовете хранителни елементи са индикатори за успешно, съобразено с агрохимичните препоръки торене (Cassman et al., 2002). За оценка ефективността на приложените торове се използват термини като: Агрономическа ефективност (АЕ); Частична продуктивност (ЧП); Частичен хранителен баланс (ЧХБ); Ефективност на възвращаемостта (ЕВ).

**Целта на изследването е** да се установи влиянието на поливния режим и азотната торова норма върху усвояването на основните хранителни елементи, износа и разхода им за формиране на продукцията от кромид лук, както и влиянието на посочените фактори върху индикаторите за ефективност на азотното торене.

### Материали и методи

Полските изследвания са проведени на територията на Опитното поле ИПАЗР “Н. Пушкиarov” в кв. Челопечене на открито. Почвата е излужена канелено горска, средно-тежка до тежка по механичен състав, характерна за района на Софийското поле (550 m надморска височина) и е разположена в зоната на умерено континенталния климат в Европа. Водно-физичните свойства на този почвен подтип за слоя 0 – 0,50 m дълбочина са следните: пределна полска влагоемност (ППВ) – 22,0% спрямо теглото на абсолютно сухата почва; обемно тегло на почвата при ППВ – 1,47 g/cm<sup>3</sup> и влажност на завяхване – 10,00% спрямо теглото на абсолютно сухата почва. Опитният участък е равнинен със слабо изразен микрорелеф с общ наклон 1,0%.

В повърхностния слой 0-0,20 m, почвата е слабо запасена с хумус 1,88%, като в дълбочина 0,20-0,40 m количеството му се увеличава до 2,51%. Съдържанието на основните хранителни елементи в орния слой е: минерален N (mg/kg) 17,3 mg/kg, K<sub>2</sub>O – 45,4 mg/100g и P<sub>2</sub>O – 14,4 mg/100g при рН 6,6. Почвата слабо кисела – е

pH 6,5. Резултатите от направения агрохимичен анализ показват висока запасеност с подвижни форми на калий и средна с фосфор, поради което няма нужда от фосфорно и калиево торене. Азотното торене (амониева селитра) в норма 5 и 10 kg/da е правено двукратно през вегетацията на лука.

Климатична характеристика през експерименталната 2016 година е представена в друго изследване на съавтора (Петрова-Браничева и др., 2016).

Опитът е заложен по безстандартен двуфакторен блоков метод в три повторения, схемата на опита е показана на фигура 1.

#### **Варианти на опита:**

V<sub>1</sub> – подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>5</sub> (kg/da)

V<sub>2</sub> – подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>10</sub> (kg/da)

V<sub>3</sub> – подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>5</sub> (kg/da)

V<sub>4</sub> – подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>10</sub> (kg/da)

V<sub>5</sub> – повърхностно капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>5</sub> (kg/da)

V<sub>6</sub> – повърхностно капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>10</sub> (kg/da)

V<sub>7</sub> – повърхностно капково напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>5</sub> (kg/da)

V<sub>8</sub> – повърхностно капково напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>10</sub> (kg/da)

V<sub>9</sub> – напояване с микроструйни апарати – 100% поливна норма и торене с N<sub>5</sub> (kg/da)

V<sub>10</sub> – напояване с микроструйни апарати – 100% поливна норма и торене с N<sub>10</sub> (kg/da)

V<sub>11</sub> – неполивен вариант и без торене

Напояването е капково (повърхностно и подпочвено) и микроструйно. Начини за торене в опитните парцелки, едновременно с поливната вода са представени в научната публикация от автора. (Петрова-Браничева и др., 2016).

В изследването са включени резултатите от добив кромид лук за глави техническа зрялост. След изсушаване на пробите при 65°C с предварителна фиксация при 110°C е определено

абсолютно сухото вещество. Химичните анализи на почвените и растителни проби в опита са направени по възприети в ИПАЗР “Н. Пушкиarov” методики. В растенията общият азот е определен по метода на Келдал, чрез разлагане с концентрирана H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Останалите макроелементи са определени чрез “сухо” изгаране в муфелни пещи и последващо разтваряне в 20% HCl с отчитане на атомно-абсорбционен спектрофотометър.

**Определени са индикатори за ефективност на азота:**

*Частична продуктивност (ЧП):* ЧП = Д/Т,

където: Д – добив (kg.da<sup>-1</sup>); Т – норма на торене (kg.da<sup>-1</sup>);

*Агрономическа ефективност (АЕ):* АЕ = (Д<sub>Т</sub> – Д<sub>0</sub>) / Т,

където: Д<sub>Т</sub> – добив от торения вариант (kg.da<sup>-1</sup>); Д<sub>0</sub> – добив от неторения вариант (kg.da<sup>-1</sup>); Т – норма на торене (kg.da<sup>-1</sup>);

*Частичен хранителен баланс (ЧХБ):* ЧХБ = И/Т,

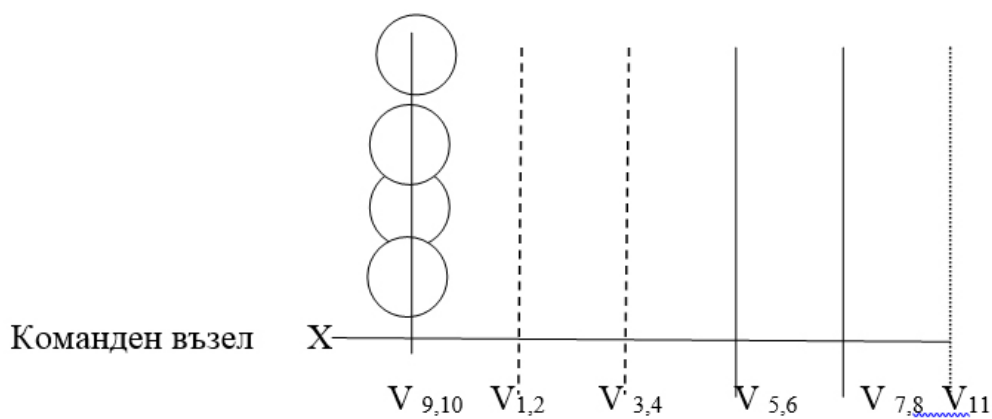
където: И – износ на хранителния елемент (kg.da<sup>-1</sup>); Т – норма на торене (kg.da<sup>-1</sup>);

*Ефективност на възвращаемостта (ЕВ):* ЕВ = (И<sub>Т</sub> – И<sub>0</sub>) / Т,

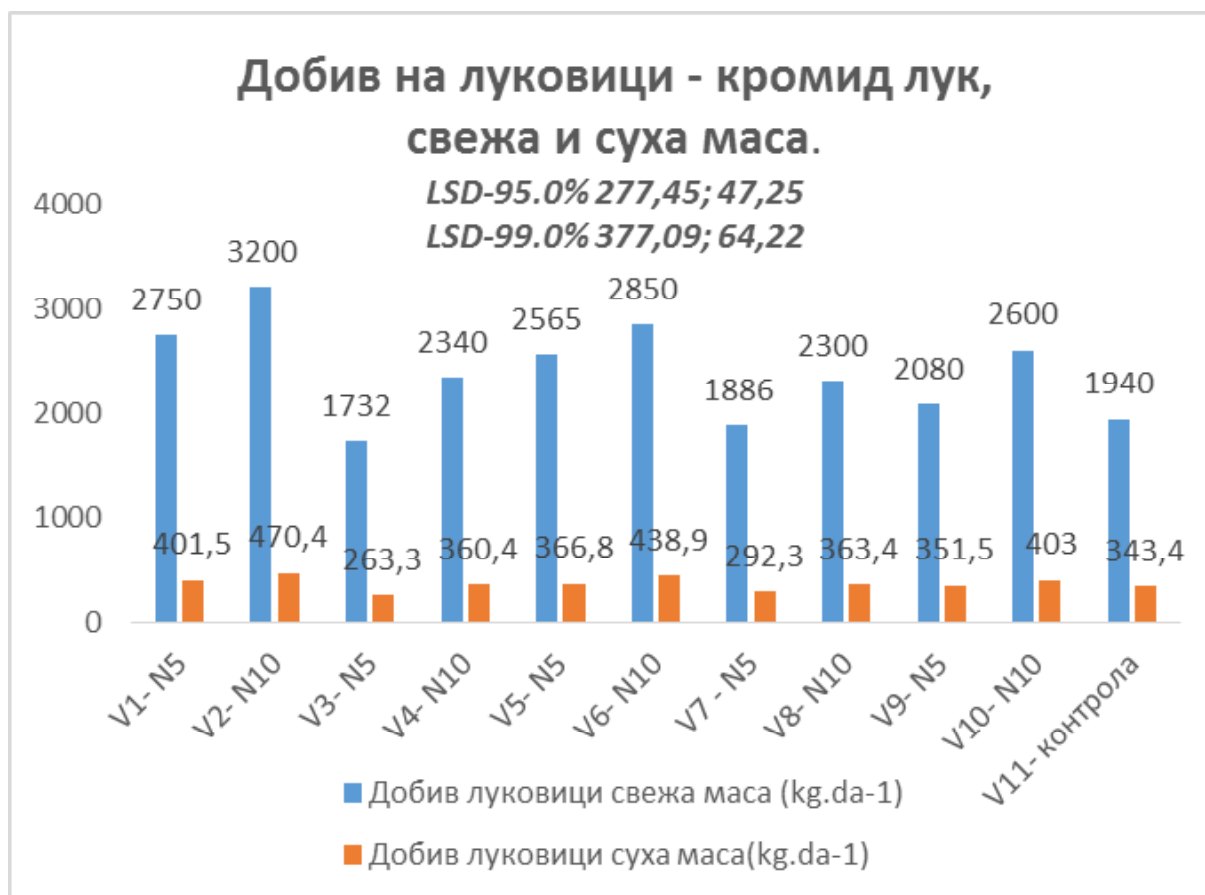
където: И<sub>Т</sub> – износ на хранителен елемент от торения вариант (kg.da<sup>-1</sup>); И<sub>0</sub> – износ на хранителен елемент от неторения вариант (kg.da<sup>-1</sup>); Т – норма на торене (kg.da<sup>-1</sup>).

#### **Резултати и обсъждане**

Получените добиви в проведеното изследване варират от 1732 до 3200 kg/da. Най-висок добив е отчетен във 2-ри вариант с подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>10</sub>, а най-нисък при растенията (3 вариант) с редуцирана поливна и торова норми – подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>5</sub>. Разликата в добивите между варианта с най-висок и най-нисък добив е 45,9% в полза на подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с N<sub>10</sub>. В проведеното изследване има още един вариант (7-ми) – с повърхностно капково



**Фигура 1.** Схема на разположение на опита.  
**Figure 1.** Scheme of location the experience.



**Фигура 2.** Добиви от кромид лук в зависимост от поливната норма и торенето.  
**Figure 2.** Yields onion depending on irrigation and fertilization rate.

**Таблица 1.** Съдържание на хранителни елементи в луковици от кромид лук - стопанска зрялост.  
**Table 1.** Nutrient content in bulbs of onions - economic maturity

Вариант / Variant	Съдържание на хранителни елементи в кромид лук (%) / Nutrient content in bulbs of onions				
	N	P	K	Ca	Mg
1. V <sub>1</sub> - N <sub>5</sub>	1,30	0,31	1,4	0,18	0,04
2. V <sub>2</sub> - N <sub>10</sub>	1,04	0,27	1,5	0,15	0,04
3. V <sub>3</sub> - N <sub>5</sub>	0,56	0,28	1,4	0,17	0,04
4. V <sub>4</sub> - N <sub>10</sub>	0,68	0,27	1,3	0,16	0,04
5. V <sub>5</sub> - N <sub>5</sub>	0,61	0,31	1,3	0,20	0,04
6. V <sub>6</sub> - N <sub>10</sub>	0,38	0,29	1,3	0,15	0,04
7. V <sub>7</sub> - N <sub>5</sub>	0,69	0,27	1,5	0,23	0,09
8. V <sub>8</sub> - N <sub>10</sub>	0,57	0,30	1,6	0,18	0,09
9. V <sub>9</sub> - N <sub>5</sub>	0,96	0,28	1,5	0,18	0,08
10. V <sub>10</sub> - N <sub>10</sub>	1,20	0,31	1,6	0,16	0,09
11. V <sub>11</sub> - контрола Control	0,84	0,36	1,7	0,16	0,08

**Таблица 2.** Износ и разход на хранителни елементи за формиране добива на кромид лук.  
**Table 2.** Exports and expense on nutrients elements for formation onions yield.

Вариант Variant	ACB (%)	Износ N Export N (kg/da)	Разход N Expense N (kg.t <sup>-1</sup> )	Износ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Export P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	Разход P Expense P (kg.t <sup>-1</sup> )	Износ K <sub>2</sub> O Export K <sub>2</sub> O (kg/da)	Разход K Expense K (kg.t <sup>-1</sup> )
1. V <sub>1</sub> - N <sub>5</sub>	14,6	5,22	1,90	1,25	0,46	5,62	0,51
2. V <sub>2</sub> - N <sub>10</sub>	14,7	4,89	1,53	1,27	0,40	7,06	0,47
3. V <sub>3</sub> - N <sub>5</sub>	15,2	1,48	0,86	0,74	0,43	3,69	0,81
4. V <sub>4</sub> - N <sub>10</sub>	15,4	2,45	1,05	0,98	0,42	4,69	0,56
5. V <sub>5</sub> - N <sub>5</sub>	14,3	2,24	0,87	1,14	0,44	4,77	0,51
6. V <sub>6</sub> - N <sub>10</sub>	15,4	1,67	0,59	1,27	0,45	5,71	0,46
7. V <sub>7</sub> - N <sub>5</sub>	15,5	2,02	1,07	0,78	0,41	4,39	0,80
8. V <sub>8</sub> - N <sub>10</sub>	15,8	2,07	0,90	1,09	0,47	5,82	0,70
9. V <sub>9</sub> - N <sub>5</sub>	16,9	3,38	1,63	0,98	0,47	5,27	0,72
10. V <sub>10</sub> - N <sub>10</sub>	15,5	4,84	1,86	1,25	0,48	6,45	0,62
11. V <sub>11</sub> - контрола Control	17,7	2,89	1,49	1,24	0,64	5,84	0,88

**Таблица 3.** Индикатори за ефективност на азотното торене на кромид лук  
**Table 3.** Efficiency indicators for nitrogen fertilization of onions

Вариант Variant	ЧП <sup>*</sup> (kg.kg <sup>-1</sup> )	АЕ <sup>xx</sup> (kg.kg <sup>-1</sup> )	ЧХБ <sup>xxx</sup> (kg.kg <sup>-1</sup> )	ЕВ <sup>xxxx</sup> (kg.kg <sup>-1</sup> )
1. V <sub>1</sub> - N <sub>5</sub>	550	162,0	1,04	0,47
2. V <sub>2</sub> - N <sub>10</sub>	320	126,0	0,49	0,20
3. V <sub>3</sub> - N <sub>5</sub>	346,4	-41,6	0,30	-0,28
4. V <sub>4</sub> - N <sub>10</sub>	234,0	40,0	0,25	-0,05
5. V <sub>5</sub> - N <sub>5</sub>	513,0	125,0	0,45	-0,13
6. V <sub>6</sub> - N <sub>10</sub>	285,0	91,0	0,17	-0,12
7. V <sub>7</sub> - N <sub>5</sub>	377,2	-10,8	0,41	-0,18
8. V <sub>8</sub> - N <sub>10</sub>	230,0	36,0	0,21	-0,08
9. V <sub>9</sub> - N <sub>5</sub>	416,0	28,0	0,68	0,10
10. V <sub>10</sub> - N <sub>10</sub>	260,0	66,0	0,49	0,20
11. V <sub>11</sub> - контрола Control				

ЧП (kg.kg<sup>-1</sup>) - Частична продуктивност (Partial productivity); АЕ (kg.kg<sup>-1</sup>) - Агрономическата ефективност (Agronomic efficiency); ЧХБ (kg.kg<sup>-1</sup>) - Частичния хранителен баланс (Partial nutritional balance); ЕВ (kg.kg<sup>-1</sup>) - Ефективността на възвращаемост (Efficiency of return)

напояване – 50% поливна норма и торене с N<sub>5</sub>, с добив по-нисък от този на контролата. При останалите варианти превишението на добивите в сравнение с този на неторения вариант варира между 7,2 (9 вариант) и 64,9% (2 вариант). С изключение на варианти 3 и 7 получените добиви са съпоставими със средните за страната ни (Генкова, 2010; Каргалов и др., 2005; Митова и др., 2016 А и Б; Шабан и др., 2014).

Правят впечатление ниските стойности за съдържание на хранителни елементи в луковичите. Съдържанието на общ азот показва слаба зависимост от азотната норма. (фиг. 2) Вероятно различния поливен режим оказва влияние върху усвояването и съдържанието на азота в растенията, имайки предвид и неговата подвижност, достъпност за растенията и възможност за придвижване по дълбочина на почвения профил (Mengel and Kirkby, 1982). С изключение на контролния вариант съдържанието на фосфор варира в много тясни граници. От изследваните хранителни елементи, съдържанието на калий в луковичите е най-високо. Известно е, че растенията се нуждаят

от големи количества калий, усвояването на който често надвишава това на азота (Василева, 2016). Калият не само че е в по-големи количества в растителните тъкани в сравнение със съдържанието на останалите хранителни елементи, но и участва в ефективното регулиране на много физиологични и биохимични процеси (Вајва, 1994). Известно е, че добрата калиева обезпеченост на растенията подобрява и азотното им хранене (Yang et al., 2003). И в изследването се вижда, че на по-високите съдържания на калий в тъканите съответстват и по-високи концентрации общ азот. Отчетените стойности на калций и магнезий в луковичите са по-ниски от посочените в литературата (USDA National Nutrient Database for Standard Reference. // USDA Nutrient Database).

Износът на хранителни елементи и разходът им за образуване на единица продукция при полските и зеленчукови култури са основни агрохимични показатели (Митова и Динев, 2012; Стаменов, 2017) и са анализирани и от редица български автори. Според някои автори износът на азот силно варира в зависимост от



торовата норма, формата и срока на внасяне на азота (Митова и Динев, 2012), докато износът на фосфор и калий по-слабо се променя под влиянието на торенето (Василева, 2016) и зависи в най-голяма степен от генотипа и климатичните условия, проявили се в годината на отглеждане.

В изведения опит износите на азот с продукцията варират в широки граници: от 1,48 до 5,22 kg/da, като връзката им с торовата норма е незабележима. Високите стойности на изнесените количества азот са получени при растенията със 100% поливна норма подадена с микроструйни апарати и подпочвено капково напояване. Износите на фосфор са между 0,74 и 1,27 kg/da, а на калий между 3,69 и 7,06 kg/da, което при положение, че в опита не са внасяни фосфорни и калиеви торове, потвърждава мнението, че износите на тези два елемента не са пряко свързани с торенето. Най-висок износ на макроелементи има при растенията от 1, 2 и 10 вариант – подпочвено капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_5$  и  $N_{10}$  и напояване с микроструйни апарати със 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ , при които и добивите са най-високи.

Разходът на хранителни елементи за образуването на единица продукция е един от най-важните показатели за определяне ефективността от използването на хранителните елементи (Вълева, 2017; Стаменов, 2017). Намаленият разход увеличава коефициента на продуктивност и осигурява оптимален добив при намалена интензивност на торенето. (Рачовски и др., 2005). В изследването разхода на азот за формиране на 1 тон продукция варира в широки граници от 0,59 до 1,90 kg.t<sup>-1</sup>. Най-високия разход на азот е изчислен при варианта с подпочвено капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_5$  при добив от 2750 kg/da, докато при варианта с повърхностно капково напояване - 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ , при добив от 2850 kg/da разхода на азот е най-нисък. При всички поливни режими разходите на фосфор за формиране на 1 тон продукция са в тесни граници от 0,40 до 0,48 kg.t<sup>-1</sup>. Интерес представляват разходите

на калий, които са от 0,46 до 0,88 kg.t<sup>-1</sup>. Най-ниският разход отново е при вариант – 6, с повърхностно капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ . Растенията с повърхностно капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$  имат най-ниски разходи на азот – 0,59 kg и калий – 0,46 kg за формиране на тон продукция.

Ефективността на използване на хранителните елементи (NUE – nutrient use efficiency) е критерий, за това колко “рационално” растенията усвояват наличните хранителни елементи (Hawkesford et al., 2014) и е комплексна черта, която зависи от способността да се използват хранителните елементи от почвата. Ефективността на използване на хранителните елементи се изразява чрез показатели, които са директна мярка за рационално и успешно торене (Cassman et al., 2002).

В таблица 3 са представени индикаторите за ефективност на азотното торене на кромид лук. Частична продуктивност (ЧП) на хранителния елемент – азот, дължаща се на внесената торова норма (5 и 10 kg.da<sup>-1</sup>) варира между 230 и 550 kg.kg<sup>-1</sup>. Най-високи стойности на ЧП имат вариантите 1 (подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$ ) и 5 (повърхностно капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$ ) т.е. растенията с пълна поливна и редуцирана торова норми.

Агрономическата ефективност (АЕ) представлява действителната усвоимост на внесените хранителни елементи и засяга отзивчивостта на културата към внесените торове. Най- висока АЕ (162 kg.kg<sup>-1</sup>) имат растенията (вар. 1) с подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$ . Високи стойности на показателя имат и вариантите с подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$  и повърхностно капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$ . В проведения експеримент има два варианта чиято агрономическа ефективност е с отрицателен знак. Варианти 3 (подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с  $N_5$ ) и 7 (повърхностно капково напояване – 50% поливна норма и торене с

$N_5$ ) т.е. вариантите с редуцирана поливна и торова норми, при които получените добиви са по-ниски от тези в контролния вариант (без торене и напояване) се оказват агрономически неефективни.

Балансът на хранителните елементи варира в зависимост от количества на внесените торове, отглежданата култура, добива и изнесената с него биомаса, съдържанието на хранителните елементи в почвата, условията на отглеждане и др.

Частичния хранителен баланс (ЧХБ) е отношението на износа на хранителния елемент с добива към количеството на внесения с торовете хранителен елемент (Snyder and Bruulsema, 2007). Основната цел на това измерване е да се определи дали резултатът е близо до единица (Scott, 2009). Смята се, че ЧХБ близък до единица означава, че плодородието на почвата ще се запази в стабилно състояние (Fixen et al., 2015). От таблица 3 се вижда, че получените в изследването стойности за ЧХБ ( $0,17-1,04 \text{ kg.kg}^{-1}$ ) при повечето от вариантите на опита са под 1. Единствено при растенията с подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$  (вар. 1) ЧХБ отговаря на критериите за запазване на почвеното плодородие и устойчиво земеделско производство. Сравнително висок е ЧХБ ( $0,68 \text{ kg.kg}^{-1}$ ) и във вариант – 9, при който напояването е с микроструйни апарати със 100% поливна норма и торене с  $N_5$ .

Ефективността на възвращаемост (ЕВ) представлява действителната усвоимост на внесенния хранителен елемент. Растенията с подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_5$  (вар. 1) имат сравнително висока ефективност на възвращаемостта –  $0,47 \text{ kg.kg}^{-1}$ . От получените резултати в таблица 3 се вижда, че в изведения опит в зависимост от поливната норма и приложеното торене преобладаваща част от получените стойности за ЕВ са отрицателни, т.е. ефективността на възвращаемост при тях е отрицателна.

## Изводи

1. Получените добиви в проведеното изследване варират от 1732 до  $3200 \text{ kg/da}$ . Разликата между растенията с най-висок и най-нисък добив (с редуцирана поливна и торова норми – подпочвено капково напояване – 50% поливна норма и торене с  $N_5$ ) е 45,9% в полза на подпочвено капково напояване – 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ .

2. Най-висок износ на макроелементи имат растенията от вариантите с подпочвено капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_5$  и  $N_{10}$  и напояване с микроструйни апарати със 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$ .

3. При добив от  $2850 \text{ kg/da}$  разхода на азот е най-нисък. Растенията с повърхностно капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_{10}$  имат най-ниски разходи на азот –  $0,59 \text{ kg}$  и калий –  $0,46 \text{ kg}$  за формиране на тон продукция. При изпитаните поливни режими и торови норми разходите на фосфор за формиране на 1 тон продукция са в тесни граници от  $0,40$  до  $0,48 \text{ kg.t}^{-1}$ .

4. Най-високи стойности на частичната продуктивност, на частичния хранителен баланс, на ефективността на възвращаемост –  $0,47 \text{ kg.kg}^{-1}$  и на агрономическата ефективност ( $162 \text{ kg.kg}^{-1}$ ) имат растенията с подпочвено капково напояване със 100% поливна норма и торене с  $N_5$ . Вариантите с редуцирана поливна и торова норми, при които получените добиви са по-ниски от тези в контролния вариант се оказват агрономически неефективни.

## Литература

Вълева, Н., 2017. Устойчиво управление на храненето на полски култури с азот. Дисертация за присъждане на обр. и научна степен "Доктор", ИПАЗР "Н. Пушкиarov", София.

Генкова, И., 2010. Производство на лук, чесън, праз. Издателство Еньовче, стр. 79, ISBN 978-954-9373-98-1

Карталов, П., Дойкова М., Бошнаков П., 2005. Зеленчукопроизводство със семепроизводство. Изд. "Виденов и син" стр. 255-264.

Митова, Ив., Динев, Н., 2012. Износ на хранителни елементи с добива на главесто зеле - късно полско



производство. *Почвознание, агрохимия и екология*, XLVI, № 4, 91-95

**Митова, Ив., Динев, Н., Василева, В., Петрова, В., Микова, А.**, 2016. Растежни показатели и добив от кромид лук в зависимост от последствието, от торене с органични и минерални торове. *Почвознание, агрохимия и екология (Bulgarian Journal of Soil Science, Agro-chemistry and Ecology)*, № 3-4, 16-22.

**Митова, Ив., Василева, В., Динев, Н.**, 2016. Качество на кромид лук в зависимост от торенето. *Почвознание, агрохимия и екология (Bulgarian Journal of Soil Science, Agro-chemistry and Ecology)*, № 3-4, 23-29.

**Петрова, В., Митова, Ив., Василева, В., Динев, Н.**, 2016. Влияние на поливния режим (норма) и азотното торене върху някои показатели за качество на кромид лук (*Allium cepa* L.) *Почвознание, агрохимия и екология*, бр. 50, 3-4, 37-46, ISSN 0861-9425.

**Рачовски, Г., Рачовска, Г., Димова, Д.**, 2005. Генотипно влияние върху ефективността на използване на азота, фосфора и калия от обикновена зимна пшеница, Балканска научна конференция, Карнобат, 239 – 243.

**Стаменов, Й.**, 2017. Устойчиво управление на храненето на полски култури с фосфор и калий. Дисерт. за присъждане на обр. и н. степен "Доктор", ИПАЗР "Н. Пушкиarov", София.

**Шабан, Н., Бистричанов, С., Москова, Ц., Кадум, Е., Митова, Ив., Титянов, М., Бумов, П.**, 2014. Зеленчукопроизводство, София, *Изд. къща при ЛТУ*, 356 -391.

**Славов, Н., Александров, В.**, 1996. Глобалното затопляне на климата засяга и България. В-к "Стопанин", 21.02.-27.02, Брой 8(232), стр. 10.

**Cassman, K. G., Dobermann A., Walters D.T.**, 2002. Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *Ambio* 31: 132–140. pmid:12078002.

**Fixen, P., Brentrup, F., Bruulsema, T., Garcia, F., Norton, R., Zingore, S.**, 2015. Nutrient/fertilizer use efficiency: Measurement, current situation and trends. International Fertilizer Industry Association (IFA), International Water Management Institute (IWMI), International Plant Nutrition Institute (IPNI), and International Potash Institute (IPI) Paris, France, January 2015.

**Hawkesford, M. J., Kopriva S., De Kok J. L.**, 2014. Nutrient Use Efficiency in Plants.

**Koutev, V., Mitova, T., Kozelov, L., Yanchev, I., De Neve S., D'Haene K., Carlier L.**, 2009. Nitrogen and phosphorus balances in real farm from North-Central region of Bulgaria. International Conference Soil Tillage and Ecology – 1-5 September 2009, pp.321-325.

**Mengel, K. and Kirkby E.**, 1982. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern, Switzerland, pp. 168-184.

**Parry, M. L.**, 1990. Climate change and World agriculture, London, pp. 230. <http://www.mzh.government.bg> Radomirov, P. 1937. Drought and artificial fertilizers, Sofia, pp. 110.

**Yang, X. E., Liu, J. X., Wang, W. M., Li, H., Luo, A. C., Ye, Z. Q., & Yang, Y.**, 2003. Genotypic differences and some associated plant traits in potassium internal use efficiency of lowland rice (*Oryza sativa* L.). *Nutrient cycling in agroecosystems*, 67(3), 273-282.

**Scott, M. T.**, 2009. Principles of Nutrient Use Efficiency of Phosphorus and Potassium. Proceedings of the symposium "Nutrient Use Efficiency" presented by the International Plant Nutrition Institute (IPNI) at the XVIII Latin American Congress of Soil Science, San José, Costa Rica, November 16-20.

**Snyder, C.S., Bruulsema, T. W.**, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: indices of agronomic and environmental benefit. International Plant Nutrition Institute, Norcross, GA. Ref # 07076.