

Влияние на листните торове върху активността на фотосинтетичния апарат при интродуцирани сортове ориз

Тоня Георгиева, Иванка Тороманова, Йордан Йорданов,
Златко Златев, Малгожата Берова*

Аграрен университет, бул. Менделеев 12, 4000 Пловдив, България

Influence of Leaf Fertilizers on the Activity of the Photosynthetic Apparatus in Introduced Rice Varieties

Tonya Georgieva, Ivanka Toromanova, Yordan Yordanov,
Zlatko Zlatev, Malgorzata Berova*

Agricultural University, 12 Mendeleev Blvd, 4000 Plovdiv, Bulgaria

**E-mail: malberova@abv.bg*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Експериментът беше изведен в постоянна оризова клетка в землището на гр. Съединение (България) в периода 2013-2014 г. В проучването бяха включени 2 турски (Османчик 97 и Гала) и 4 италиански (Линче, Камео, Пума и Брио) сорта ориз. Изпитани бяха листни торове Фолур, Амалгерол и Литовит, внесени във фенофази братене и вретенене-начало на изметляване. Десет дни след третирането на растенията бяха измерени параметрите на флаговия лист (дължина, ширина, площ) и отчетени тези на листния газообмен (скорост на фотосинтезата, интензивност на транспирацията и устична проводимост). Въз основа на получените резултати беше установено, че ефектът от изпитваните

SUMMARY

The experiment was carried out in a permanent rice cell in the locality of Saedinie (Bulgaria) within the period 2013-2014. The survey included 2 Turkish rice varieties (Osmanchik 97 and Gala) and 4 Italian ones (Linche, Kameo, Puma and Brio). The following leaf fertilizers were tested: Folur, Amalgerol and Lithovit, imported in the phenophases of tillering and panicle – beginning of tasseling. Ten days after the plants' treatment, the parameters of the flag leaf were measured (length, width, area) and reported those of the leaf exchange (activity of photosynthesis, intensity of transpiration and stomatal conductivity). Based on the obtained results, it was found out that the effect of the tested fertilizers depends on the variety and the

торове зависи от сорта и от метеорологичната обстановка по време на вегетацията през отделните години на отглеждане на ориза.

Доказано е, че приложените торове не оказват съществено въздействие върху параметрите на флаговия лист. Изключение прави сорт Камео, който и през двете отчетни години се повлиява от третиране с препаратата Амалгерол.

По-добър ефект върху листния газообмен е установен при сортовете Османчик 97, Камео, Пума и Брио при третиране с препаратата Амалгерол, а при Линче – с препаратата Литовит. Поясно изразено въздействие на торовете е доказано през втората година на експеримента, която се характеризира с по-неблагоприятни метеорологични условия за отглеждане на ориза. При сортовете Линче, Камео и Брио подобрения газообмен кореспондира с по-висока продуктивност на третираните растения

Ключови думи: *Oryza sativa*, листен тор, флагов лист, листен газообмен

УВОД

Оризът е една от основните зърнени култури. Високата продуктивност, съчетана с хранително-вкусовите качества на зърното, определят голямото му значение като ценна храна за населението в редица страни (Ilieva et al., 2010; Singh et al., 2015). Анализът на състоянието на оризопроизводството в България разкрива благоприятни перспективи за бъдещото му развитие. Общо създадените оризови напоителни полета са над 200 хиляди декара, от които 160 хиляди са годни за експлоатация. Това предполага все още неизползван пълен капацитет за разширяване и възстановяване на производството на тази култура у нас.

Същевременно, за осигуряване

meteorological conditions during the vegetation in the different years of rice growing.

It has been proven that the applied fertilizers do not significantly impact the parameters of the flag leaf.

An exception is the Cameo variety, which in both reporting years responds to treatment with Amalgerol.

A better effect on leaf gas exchange was found in the varieties Osmanchik 97, Cameo, Puma and Brio when treated with Amalgerol, and Lince with Lithovit. A more pronounced effect of fertilizers was demonstrated in the second year of the experiment, which is characterized by more unfavorable weather conditions for rice cultivation.

In the varieties Lince, Cameo and Brio, the improved gas exchange corresponds to higher productivity of the treated plants.

Key words: *Oryza sativa*, leaf fertilizer, flag leaf, leaf gas exchange

INTRODUCTION

Rice is one of the main grain crops. The high productivity, combined with the grain's nutritional and gustatory qualities, determines its great importance as valuable food for the population in several countries (Ilieva et al., 2010; Singh et al., 2015).

The analysis of the condition of rice growing in Bulgaria reveals favorable perspectives for its future development. The rice irrigation fields occupy over 200 thousand decares, 160 thousand of which are fit for cultivation.

This presupposes a still unused full capacity for expansion and restoration of the production of this crop in our country.

At the same time, to ensure the

на конкурентоспособност на българското оризопроизводство на европейските пазари, е необходимо повишаване на добивите и получаване на висококачествена продукция. Това може да се постигне чрез използване на перспективни сортове ориз и/или чрез прилагане на модерни агротехнически решения, насочени към оптимален баланс между добив и добро качество на зърното (Toromanova, 2017). Торенето е важен фактор за повишаване на рентабилността на продукцията в интензивното оризопроизводство (Khuang et al., 2008; Peng et al., 2010; Fajrudeen, 2011). Редица изследвания доказват, че тази зърнена култура е най-отзивчива на азотното торене (Li et al., 2012; Da Silva et al., 2013), а ефективността от него значително се увеличава при съвместното внасяне с фосфор и калий (Murthy et al., 2015).

През последните години все повече изследователи се насочват към изпитване на торове за листно приложение, с които може да се допълни храненето на ориза на по-късен етап от онтогенезата. Това позволява да се повиши контролът върху развитието на растенията, тяхната продуктивност и качеството на зърното (Ali et al., 2005).

Редица изследвания показват, че листните торове оказват влияние върху фотосинтетичния апарат, от който зависи продуктивността на растенията. Minev (2020) установява, че листните торове Fertileader Vital и Fertileader Alpha значително повишават скоростта на фотосинтезата при лавандулата (с 45-52%). Като резултат от добавката на листни продукти е доказан и повишият добив на цвят (с 25-29%) и на масло (с 40-53%). Подобен положителен ефект върху активността на фотосинтетичния апарат е демонстриран при слънчогледа (Domaratskiy, 2021), царевицата

competitiveness of the Bulgarian rice growing on the European markets, the increase in the yields and obtaining high-quality produce is necessary.

This can be achieved by using perspective rice varieties and/or applying modern agrotechnical solutions directed towards an optimal balance between yield and good quality of grain (Toromanova, 2017).

Fertilization is an important factor for the increase in the profitability of the production in the intensive rice growing (Khuang et al., 2008; Peng et al., 2010; Fajrudeen, 2011).

Some studies show that this crop is most responsive to nitrogen fertilization (Li et al., 2012).

Its efficiency significantly increases with the simultaneous application of phosphorus and potassium (Murthy et al., 2015).

Recently more and more researchers have directed their efforts towards testing fertilizers for leaf application, which may supplement the nutrition of the rice at a later stage of the ontogenesis. This enables an increase in the control of the plants' development, productivity and grain quality (Ali et al., 2005).

Some studies have shown that foliar fertilizers affect the photosynthetic apparatus on which plant productivity depends.

Minev (2020) found that Fertileader Vital and Fertileader Alpha foliar fertilizers significantly increased the rate of photosynthesis in lavender (by 45-52%).

As a result of the addition of foliar products, the higher yield of flowers (by 25-29%) and essential oil (by 40-53%) has been proven. A similar positive effect on the activity of the photosynthetic apparatus has been demonstrated in sunflower (Domaratskiy, 2021), maize (Michalek et al., 2009), soybean (Abd El-

(Michalek et al., 2009), соята (Abd El-Aal and Eid, 2018), пипера (Kostadinov and Filipov, 2010) и др. Резултатите представени от Horvat et al. (2014) при картофите имат противоположен характер.

При повечето селскостопански култури листното третиране не само увеличава добивите, но също така намалява количеството тор, внесен чрез почвата. Същевременно извънкореновото третиране намалява времето на постъпване и усвояване на хранителни вещества от растенията (Ahmad and Jabeen, 2005). Тази техника на подхранване на растенията е особено полезна за микроелементи, но може да се използва и за основни хранителни вещества като N, P и K (Bhuyan et al., 2012).

Наличната информация за физиологичните ефекти на листните торове при ориза все още е недостатъчна. Това мотивира провеждането на настоящото изследване, чиято цел беше да се определи ефективността на подбрани листни торове върху активността на фотосинтетичния апарат при нови, интродуцирани сортове ориз.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Двуфакторният експеримент беше изведен в постоянна оризова клетка в землището на гр. Съединение (България) с обща площ 2.8 ha, в периода 2013-2014 г. В проучването бяха включени 2 турски (Османчик 97 – стандарт за България и Гала) и 4 италиански (Линче, Камео, Пума и Брио) сорта ориз. Посочените сортове се характеризират с добра устойчивост към полягане. Вегетационният им период е с дължина 127-135 дни (в условията на Турция) и 124-150 дни (в условията на Италия). Изпитани бяха листни торове Фолур (течен азотен тор), Амалгерол (съдържащ екстракт от морски водорасли, органичен азот и екстракт от алпийски билки) и Литовит

(Aal and Eid, 2018), pepper (Kostadinov and Filipov, 2010), etc.

The results presented by Horvat et al. (2014) in potatoes have the opposite character.

In most crops, leaf treatment not only increases yields but also reduces the quantity of fertilizers incorporated through the soil.

At the same time, the treatment outside the roots reduces the time of entering and assimilation of nutritional substances by the plants (Ahmad and Jabeen, 2005). This technique of plant nutrition is especially useful for microelements but may also be used for essential nutritional substances, such as N, P and K (Bhuyan et al., 2012).

The available information about the physiological effects of leaf fertilizers in rice is not sufficient enough.

This motivated the conduct of the present study, the purpose of which was to determine the efficiency of selected leaf fertilizers on the activity of the photosynthetic apparatus in new, introduced rice varieties.

MATERIAL AND METHODS

The two-factor experiment was carried out in a permanent rice cell in the locality of Saedinenie (Bulgaria) with a total area of 2.8 ha within the period 2013-2014. The study included 2 Turkish rice varieties (Osmanchik 97 – standard for Bulgaria, and Gala) and 4 Italian ones (Lince, Cameo, Puma and Brio).

The indicated varieties are characterized by good resistance to leaning.

Their vegetation period lasts for 127-135 days (in Turkish weather conditions) and 124-150 days (in Italy).

The tested leaf fertilizers were Folur (liquid nitrogen fertilizer), Amalgerol (containing an extract of seaweeds, organic nitrogen and extract of Alpine herbs) and Lithovit (CO₂ leaf fertilizer).

(CO₂ листен тор). Същите бяха приложени по следната схема: Фолур в доза 2 l da⁻¹, внесен при пълно формиране на флагов лист; Амалгерол в доза 400 ml da⁻¹, внесен във фаза пълно братене и 800 ml da⁻¹, приложен във фаза вретенене-начало на изметляване;

Литовит в доза 0.150 kg da⁻¹, приложен във фаза братене и 0.150 kg da⁻¹, внесен в края на вретенене-начало на изметляване. При контролния вариант листните препарати не бяха използвани.

Всички агротехнически мероприятия проведени по време на експеримента бяха съобразени с утвърдената технология за отглеждане на ориз в страната. Непосредствено преди сеитбата беше извършен химичен анализ на почвата в опитната оризова клетка. Реакцията на почвата (pH) беше определена потенциометрично. Съдържанието на амониев и нитратен азот беше отчетено в извлек, след третиране на почвата с 1% разтвор на KCl. Калият беше определен с помощта на пламъчна фотометрия в солнокисел извлек (2 n HCl), а количеството на фосфор – колориметрично по метода на Егнер-Рийм (лактатния метод) (Tomov et al., 1999). Десет дни след третирането на растенията бяха измерени параметрите на флаговия лист (дължина, ширина, площ) и отчетени тези на листния газообмен (скорост на фотосинтезата, интензивност на транспирацията и устична проводимост). Площта на флаговия лист беше определена по формула $S=a.b.k$ (cm²), където – a представлява дължина, b – ширина, k – коефициент. Коефициентът (0.87) беше емпирично определен, чрез измерване на дължина и ширина на 50 броя листа. Листният газов обмен беше отчетен чрез портативна фотосинтетична система LCA-4 (Analytical Development Company Ltd.,

The same were applied under the following scheme: Folur in a dose of 2 l da⁻¹, incorporated at the stage of complete formation of the flag leaf; Amalgerol in a dose of 400 ml da⁻¹, incorporated in a phase of complete tillering and 800 ml da⁻¹, applied in a phase of panicle – beginning of tasseling; Lithovit in a dose of 0.150 kg da⁻¹, applied in a phase of tillering and 0.150 kg da⁻¹, incorporated at the end of spindling – beginning of tasseling. In the control variant, the leaf preparations were not used.

All agrotechnical events carried out during the experiment were compliant with the country's established technology for rice growing.

Immediately before sowing a chemical analysis of the soil was performed in the experimental rice cell.

The reaction of the soil (pH) was determined with the help of a potentiometer. The contents of ammonium and nitrate nitrogen was reported in an extraction after treatment of the soil with 1% KCl solution and the quantity of phosphorus – colorimetrically under the Egner-Riehm method (lactate method) – (Tomov et al., 1999).

Ten days after treatment of the plants, the parameters of the flag leaf were measured (length, width, area) and reported those of the leaf gas exchange (activity of photosynthesis, intensity of transpiration and stomatal conductivity).

The flag leaf area was determined under the formula $S=a.b.k$ (cm²), where – a was the length, b – width, k – coefficient.

The coefficient (0.87) was empirically determined by measuring the length and width of 50 leaves.

The leaf gas exchange was reported using a portable photosynthetic system LCA-4 (Analytical Development Company Ltd., Hoddesdon, England).

Hoddesdon, England). Добивът беше определен от опитни парцели с отчетна площ 10 m², в четири повторения.

През 2013 г. метеорологичните условия бяха благоприятни за отглеждането на ориз. През месеци май-октомври средните температури бяха с 0.2°C до 3.8°C по-високи в сравнение с дългосрочния период (1942-1970). Отчетените валежи бяха по-ниски почти през цялата вегетация.

Метеорологичната обстановка през 2014 г. се различаваше от тази през предходната година. Средните температури бяха по-ниски (с 0.5°C до 2.7°C), а валежите значително по-високи спрямо дългосрочния период.

Подробна климатичната характеристика за периода е представена в друга наша публикация (Toromanova and Georgieva, 2015).

Получените резултати бяха подложени на статистическа обработка чрез тест на Tukey при ниво на значимост 95% ($\alpha=0.05$) и чрез тест на Duncan's.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Киселинността на почвата има определящо влияние върху поглъщането на азотните съединения.

Амониевите йони се усвояват добре при неутрална или слабо алкална реакция на почвата, а нитратните – при слабокисела (Benton et al., 1991).

Почвата използвана за извеждане на експеримента е киселинна (Таблица 1). Бедна е на подвижни азотни форми. Тя е добре запасена с лесно усвоим фосфор и калий.

Флаговият лист на ориза е разположен изцяло над водата, което определя неговото активно участие в процеса фотосинтеза и формирането на продуктивността на растенията.

The yield was determined from experimental plots with a reported area of 10 m² in four replications.

In 2013, the weather conditions were favorable for rice cultivation.

During months May-October the average temperatures were 0.2°C to 3.8°C higher in comparison with the long-term period (1942-1970).

The reported rainfall was lower during almost the entire vegetation.

The meteorological conditions in 2014 were different from the previous year. The average temperatures were lower (by 0.5°C to 2.7°C) and the monthly rainfall was significantly higher compared to the long-term period.

Detailed climatic characteristics for the period are presented in our publication (Toromanova and Georgieva, 2015).

The obtained results were subjected to statistical processing using the Tukey test at a significance level of 95% ($\alpha=0.05$) and by Duncan's test.

RESULTS AND DISCUSSION

The acidity of the soil has a decisive influence on the assimilation of the nitrogen compounds.

The ammonium ions are well assimilated at a neutral or slightly alkaline reaction of the soil and the nitrate ones – at a slightly acidic one (Benton et al., 1991).

The soil used for conducting the experiment is acidic (Table 1).

It is poor in movable nitrogen forms.

It is well supplied with easily absorbable phosphorus and potassium.

The flag leaf of the rice is located entirely above water, which determines its active participation in the process of photosynthesis and the formation of plants' productivity.

Таблица 1. Характеристика на почвата (начало на вегетацията)
Table 1. Soil specification (beginning of vegetation)

Почвен слой (cm) / Soil layer (cm)	pH	NH ₄ ⁺ (mg kg ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg kg ⁻¹)	Общ N (mg kg ⁻¹) / Total N (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg 100 g ⁻¹)	K ₂ O (mg 100 g ⁻¹)
2013						
0-20	5.62	6.16	4.65	10.81	10.40	22.00
2014						
0-20	5.18	7.10	4.30	11.50	11.20	21.00

Данните за 2013г. показват ясно изразени сортови особености по отношение на параметрите на флаговия лист (Таблица 2). При контролните растения, най-голямата дължина на листа е отчетена за растенията от сортовете Cameo (25.38 cm) и Линче (25.43 cm), а най-малката – при сорт Брио (21.04 cm). С най-голямата ширина се характеризират сортовете Османчик 97 (2.00 cm) и Галя (1.92 cm). Най-тесен е флаговият лист при сорт Брио и сорт Линче.

Листната площ на флаговия лист през тази отчетна година е най-голяма при сорт Cameo и сорт Османчик 97, а най-ниските стойности са установени при сорт Брио и сорт Пума.

През отчетната 2014г. при контролните растения са налице подобни закономерности. Двата турски сорта се отличават с по-голяма ширина на флаговия лист в сравнение с италианските образци. Отново най-голямата листна площ е установена при сорт Османчик 97, следван от сорт Cameo.

Листните торове не оказват съществено въздействие върху параметрите на флаговия лист при изследваните сортове ориз.

Изключение прави сорт Cameo, който и през двете отчетни години се повлиява от третирането с препарата Амалгерол. Слабото въздействие на листните торове върху параметрите на флаговия лист може да се обясни с генетическата стабилност на тези показатели. Освен това препаратите се нанасят върху вече формирания

The data for 2013 show a clearly expressed variety of specifications concerning the parameters of the flag leaf (Table 2). In control plants, the biggest length of the leaf was reported for the plants from the varieties of Cameo (25.38 cm) and Lince (25.43 cm), and the smallest one – in the Brio variety (21.04 cm). The varieties Osmanchik 97 (2.00 cm) and Galya (1.92 cm) are characterized by the greatest width. The narrowest flag leaf belongs to the varieties of Brio and Lince.

During this reported year, the leaf area of the flag leaf was the biggest in the Cameo and Osmanchik 97 varieties. The lowest values were reported in the Brio and Puma varieties.

In the reported the year 2014, in control plants, similar regularities were observed. The two Turkish varieties were distinguished for the larger width of the flag leaf compared to the Italian samples. Again, the biggest leaf area was found in the Osmanchik 97 variety, followed by the Cameo variety.

The leaf fertilizers do not significantly impact the parameters of the flag leaf in the studied rice varieties.

An exception is observed in the Cameo variety, which is influenced by the treatment with Amalgerol in both reported years. The slight influence of the leaf fertilizers on the parameters of the flag leaf may be explained by the genetic stability of these parameters. Moreover, the preparations were applied

лист. Предполага се появата на последствие от първото третиране върху активността на фотосинтетичния апарат през по-късния етап от онтогенезата на третираните растенията.

to already formed leaves. Presumably, there would be a consequence from the first treatment on the activity of the photosynthetic apparatus during the later stage of ontogenesis of the treated plants.

Таблица 2. Влияние на листните торове върху параметрите на флаговия лист при ориза във фаза братенене през 2013 и 2014 г.
Table 2. Influence of the leaf fertilizers on the parameters of the flag leaf in rice in the phase of tillering in 2013 and 2014

Сорт / Variety	Османчик 97	Гала Gala	Линче Lince	Камео Cameo	Пума Puma	Брио Brio						
Листен топ / Leaf fertilizer	Osmanchik 97											
Дължина (cm) / Length (cm)												
Контрол Control	2013 23.31	2014 24.72	2013 21.98	2014 22.30	2013 25.43	2014 21.50	2013 25.38	2014 23.80	2013 21.65	2014 20.63	2013 21.04	2014 21.20
Фолур Folur	21.49	25.30	22.42	20.40	23.37	20.70	26.40	25.20	20.83	21.20	20.53	20.40
Амал герол Amalgerol	22.72	23.80	21.23	20.10	24.02	24.40	25.85	26.80	21.48	19.80	23.11	21.00
Литовит Lithovit	23.09	22.90	19.96	18.30	23.23	23.80	24.89	27.90	19.13	20.12	21.35	23.10
LSD $\alpha=0.05$	1.517	1.525	1.229	0.971	1.576	1.362	1.263	1.910	0.735	0.836	n.s	n.s
Ширина (cm) / Width (cm)												
Контрол Control	2.00	1.94	1.92	1.90	1.79	1.80	1.83	1.80	1.82	1.73	1.61	1.62
Фолур Folur	1.94	2.00	1.99	1.89	1.84	1.92	1.86	1.89	1.82	1.79	1.60	1.58
Амал герол Amalgerol	1.96	1.99	1.93	1.94	1.77	1.73	1.80	1.84	1.73	1.81	1.58	1.64
Литовит Lithovit	1.96	1.93	1.90	2.00	1.82	1.81	1.74	1.89	1.71	1.70	1.59	1.62
LSD $\alpha=0.05$	0.068	n.s	0.054	0.062	0.045	0.024	0.045	0.048	0.056	0.040	0.098	0.075
Листна площ (cm ²) / Leaf area (cm ²)												
Контрол Control	40.87	41.72	36.06	36.86	39.40	33.68	40.50	37.27	34.14	31.05	29.87	29.88
Фолур Folur	36.27	44.02	39.06	33.54	37.49	34.57	40.60	41.44	33.04	33.01	28.78	28.04
Амал герол Amalgerol	38.85	41.20	35.54	33.92	36.90	36.72	42.68	45.90	32.34	31.18	32.09	29.96
Литовит Lithovit	39.79	38.45	33.01	31.84	36.40	37.48	37.52	42.88	28.54	29.76	30.18	32.56
LSD $\alpha=0.05$	0.947	1.296	1.088	4.179	0.865	3.151	0.903	4.925	1.025	1.265	0.905	1.011

Фотосинтезата е основен

Photosynthesis is an essential

асимилационен процес при растенията. Този интегрален физиологичен процес се влияе от редица фактори, в това число и от агротехническите мероприятия. През отчетната 2013г. сортовете ориз показват различна реакция към приложените препарати във фаза братене (Таблица 3). При стандарта Османчик 97 с най-висока интензивност на фотосинтезата, съществено отличаваща се от останалите е вариантът, третиран с Амалгерол. При останалите сортове Амалгерол също оказва положително влияние върху този показател.

Изключение прави сорт Линче, който се повлиява повече от препаратата Литовит. Данните за интензивността на транспирацията имат сходен характер. Промените в устичната проводимост са незначителни, което показва, че мезофилните фактори оказват по-съществено влияние върху активността на фотосинтетичния процес.

През отчетната 2014г. скоростта на асимилационния процес не се различава съществено от тази през предишната година. Третираните с Амалгерол и Литовит растения са със значително по-висока интензивност на фотосинтезата в сравнение с контролните растения. Сортовете Османчик 97, Гала, Камео, Пума и Брио реагират по-добре на третирането с препаратата Амалгерол, а Линче – с препаратата Литовит.

assimilation process in plants.

Several factors, including agrotechnical events influence this integral physiological process.

In the reported the year 2013, the rice varieties showed a different reaction to the applied preparations in the tillering phase (Table 3).

In the standard Osmanchik 97 with the highest level of photosynthetic intensity, significantly differing from the others was the variant treated with Amalgerol.

In the rest of the varieties Amalgerol also had a positive influence on this parameter.

An exception was observed in the Lince variety, which Lithovit more influenced. The data for the intensity of transpiration had a similar nature.

The changes in the stomatal conductivity were insignificant, which evidences that the mesophilic factors had a more significant influence on the activity of the photosynthetic process.

In the reported the year 2014, the activity of the assimilation process did not significantly differ from that in the previous year. The plants treated with Amalgerol and Lithovit had a significantly higher photosynthetic intensity in comparison to the control plants.

The varieties of Osmanchik 97, Gala,Cameo, Puma and Brio showed a better response to the treatment with Amalgerol and Lince – with Lithovit.

Таблица 3. Влияние на листните торове върху параметрите на листния газообмен при ориза през фаза братенене през 2013 г. и 2014 г.
Table 3. Influence of the leaf fertilizers on the parameters of the leaf gas exchange in rice in the tillering phase in 2013 and 2014

Сорт / Variety Листен топ / Leaf fertilizer	Османчик 97 Osmanchik 97		Гала Gala		Линче Lince		Камео Cameo		Пума Puma		Брио Brio	
	P_N ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)											
Контрола Control	2013 5.55	2014 13.15	2013 4.05	2014 8.68	2013 6.05	2014 10.04	2013 8.32	2014 8.40	2013 9.74	2014 9.15	2013 3.23	2014 8.77
Фолур Folur	12.17	10.80	6.18	10.18	9.25	13.20	8.12	10.25	10.45	11.12	5.20	10.96
Амалгерол Amalgerol	20.95	14.36	8.28	15.38	10.65	15.12	8.45	17.02	14.12	13.93	7.50	13.32
Литовит Lithovit	9.65	8.12	4.39	10.98	11.85	15.86	5.96	12.86	12.06	13.40	4.31	12.31
LSD $\alpha=0.05$	0.543	0.436	0.366	0.436	0.509	0.455	0.422	0.474	0.356	0.382	0.495	0.492
	E ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)											
Контрола Control	0.96	2.64	1.76	2.55	2.02	2.63	2.04	3.42	1.56	3.03	1.61	3.33
Фолур Folur	1.03	2.15	1.04	2.00	1.96	2.01	1.85	2.18	1.98	2.45	1.50	2.20
Амалгерол Amalgerol	1.73	2.45	1.81	2.05	2.21	1.93	2.07	1.99	2.12	2.66	1.34	2.53
Литовит Lithovit	1.62	2.35	2.08	2.56	2.30	2.36	1.52	2.05	2.19	1.85	1.37	1.92
LSD $\alpha=0.05$	0.166	0.165	0.142	0.145	n.s	0.120	n.s	0.210	0.112	0.165	n.s	0.152
	g_s ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)											
Контрола Control	0.02	0.10	0.04	0.09	0.05	0.09	0.04	0.09	0.03	0.09	0.04	0.11
Фолур Folur	0.03	0.10	0.04	0.08	0.04	0.07	0.04	0.06	0.04	0.07	0.04	0.08
Амалгерол Amalgerol	0.04	0.09	0.04	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07	0.03	0.08
Литовит Lithovit	0.04	0.08	0.05	0.08	0.06	0.07	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.05
LSD $\alpha=0.05$	0.002	n.s	n.s	0.005	0.01	0.005	0.01	0.010	0.003	0.009	0.001	0.012

P_N – интензивност на фотосинтезата; E – интензивност на транспирацията; g_s – устична проводимост
 P_N – photosynthetic intensity; E – transpiration intensity; g_s – stomatal conductivity

Данните от Таблица 4 представяват влиянието на изпитваните торове върху листния газообмен във фаза вретенене.

Измерването е извършено 10 дни след второто третиране на

The data from Table 4 represent the influence of the tested fertilizers on the leaf gas exchange in the tillering phase.

The measurement was performed ten days after the second treatment of the

растенията. Листният тор Амалгерол повишава фотосинтетичната активност при сортовете Османчик 97, Камео, Пума и Брио. При сортовете Гала и Линче с най-висока скорост на фотосинтезата се характеризират растенията третирани с препарата Литовит. Промените в интензивността на транспирацията не са съществени.

plants. The leaf fertilizer Amalgerol increased the photosynthetic activity in Osmanchik 97, Cameo, Puma and Brio varieties. In Gala and Lince varieties, the highest photosynthesis activity was observed in the plants treated with Lithovit.

The changes in the transpiration intensity were not significant.

Таблица 4. Влияние на листните торове върху параметрите на листния газообмен при ориза през фаза вретенене-начало на изметляване
Table 4. Influence of the leaf fertilizers on the parameters of the leaf gas exchange in rice in the panicle phase – beginning of tasseling

Сорт / Variety	Османчик 97 Osmanchik 97	Гала Gala	Линче Lince	Камео Cameo	Пума Puma	Брио Brio
Листен тор / Leaf fertilizer						
	P_N ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)					
Контрола Control	7.72	7.10	3.56	12.07	6.82	5.83
Фолур Folur	5.96	8.14	8.51	14.57	7.14	8.63
Амалгерол Amalgerol	7.92	6.97	6.77	18.10	10.42	10.52
Литовит Lithovit	6.86	8.54	8.96	13.40	9.49	9.47
LSD $\alpha=0.05$	0.345	0.159	0.494	0.505	0.172	0.321
	E ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)					
Контрола Control	1.81	2.12	2.44	3.53	2.42	2.41
Фолур Folur	1.80	2.14	2.42	3.23	2.60	2.50
Амалгерол Amalgerol	1.94	2.41	2.49	3.70	3.12	2.49
Литовит Lithovit	2.05	2.51	2.71	3.61	3.08	2.98
LSD $\alpha=0.05$	0.035	0.117	n.s	0.129	0.150	0.105
	g_s ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)					
Контрола Control	0.01	0.03	0.04	0.06	0.04	0.09
Фолур Folur	0.01	0.03	0.04	0.07	0.04	0.07
Амалгерол Amalgerol	0.02	0.04	0.04	0.07	0.05	0.07
Литовит Lithovit	0.02	0.04	0.04	0.06	0.05	0.02
LSD $\alpha=0.05$	0.001	0.002	0.003	n.s	0.001	0.005

P_N – интензивност на фотосинтезата; E – интензивност на транспирацията; g_s – устична проводимост P_N – photosynthetic intensity; E – transpiration intensity; g_s – stomatal conductivity

Налице е тенденция за повишаване на този процес при растенията третирани с Литовит.

Устичната проводимост през тази фаза в рамките на сорта се променя слабо. Тя е по-висока при сорт Брио. Това обаче не оказва

There was a tendency to increase this process in the plants treated with Lithovit.

The stomatal conductivity during this phase within the variety was slightly changed. It was higher in Brio variety.

However, this did not influence the

влияние върху скоростта на фотосинтезата.

Промените в скоростта на фотосинтезата зависят от устични и мезофилни фактори. При ориза влиянието на устичната проводимост за CO₂ не е толкова значимо поради отглеждането му при постоянен оптимален воден режим. Това дава основание да се допусне, че констатираните положителни ефекти на продуктите се отразяват по-силно върху мезофилните фактори, определящи фотосинтезата.

Повишената активност на този процес кореспондира и в определена степен обяснява положителното влияние на приложените продукти върху продуктивността на растенията (Таблица 5).

intensity of photosynthesis.

The changes in the activity of photosynthesis depend on stomatal and mesophilic factors. In rice, the influence of stomatal conductivity on CO₂ is not so significant because of its growing under permanent optimal water regime.

This gives reasons to presume that the established positive effects of the products have a stronger influence on the mesophilic factors determining the photosynthesis.

The increased activity of this process corresponds to and to a certain degree explains the positive influence of the applied products on the plants' productivity (Table 5).

Таблица 5. Влияние на листните торове върху продуктивността на ориза (kg da⁻¹)

Table 5. Influence of the leaf fertilizers on the rice productivity (kg da⁻¹)

Сорт / Variety Листен тор / Leaf fertilizer	Османчик 97 Osmanchik 97	Гала Gala	Линче Lince	Камео Cameo	Пума Puma	Брио Brio
			2013			
Контрола Control	1213.60 a	1172.20 a	758.67 b	1027.47 b	935.33 b	1271.47 a
Фолур Folur	1229.80 a	1024.70 a	913.87 ab	1168.93 ab	1138.26 ab	1610.40 a
Амалгерол Amalgerol	1188.60 a	1232.70 a	896.13 ab	1367.60 a	1265.60 a	1602.80 a
Литовит Lithovit	1240.10 a	932.80 a	1060.27 a	1258.80 ab	1302.13 a	1418.67 a
			2014			
Контрола Control	739.96 a	746.97 a	795.40 b	888.89 b	757.85 a	723.67 a
Фолур Folur	763.73 a	822.90 a	840.88 ab	919.63 ab	774.08 a	785.28 a
Амалгерол Amalgerol	740.62 a	827.39 a	944.86 a	1040.30 b	691.78 a	830.00 a
Литовит Lithovit	769.57 a	859.18 a	884.98 ab	955.75 ab	743.45 a	809.38 a

LSD α=0.05

Агрометеорологичните условия през 2013 г. създават предпоставка за получаване на сравнително висок добив. Изпитваните сортове реализират потенциал за продуктивност от 896.13 kg da⁻¹ до 1610.40 kg da⁻¹. Листните торове оказват значително влияние върху този показател. Третираните с Фолур

The agrometeorological conditions in 2013 created a precondition for obtaining a comparatively high yield.

The tested varieties realized a productivity potential of 896.13 kg da⁻¹ to 1610.40 kg da⁻¹.

The leaf fertilizers had a significant influence on this parameter.

A higher yield of 11.09% characterized

растения се характеризират с 11,09% по-висок добив в сравнение с контролата, вариантите с Литовит – с 12.5%, а тези с Амалгерол – с 18.99%.

Сортовете Линче и Пума реагират най-отзивчиво на листен тор Литовит. Cameo, Brio и Gala формират най-висок добив под влияние на препарата Амалгерол. Сорт Брио формулира също толкова висок добив и след третиране с Фолур.

През 2014г. агрометеорологичните условия определят различна реакция на растенията. Годината е по-хладна и дъждовна, което води до формирането на по-нисък добив (от 723.67 kg da⁻¹ до 1040.30 kg da⁻¹) при всички генотипове.

Изпитваните сортове, третирани с листни торове се проявяват като по-продуктивни в сравнение с контролата.

Препаратът Амалгерол повишава продуктивността на сорт Линче с 18.79%, сорт Cameo със 17.03% и сорт Брио с 14.69%. Сортът Gala реагира най-добре на препарата Литовит

ИЗВОДИ

Получените резултати показват, че ефектът от изпитваните торове зависи от сорта и от метеорологичната обстановка по време на вегетацията през отделните години на отглеждане на ориза. Слабото въздействие на листните торове върху параметрите на флаговия лист най-вероятно се дължи на приложението на продуктите върху вече формирания лист. Изключение прави сорт Cameo, който и през двете отчетни години се повлиява от третиране с препарата Амалгерол. Подобър ефект върху листния газообмен е установен при сортовете Османчик 97, Cameo, Пума и Брио при третирането с препарата Амалгерол, а при Линче-с препарата Литовит. По-ясно изразено въздействие на торовете е доказано през втората година на експеримента, която се

the plants treated with Folur compared to the control, the variants with Lithovit – by 12.5% and those with Amalgerol – by 18.99%.

The Lince and Puma varieties were the most responsive ones to Lithovit. Cameo, Brio and Gala form the highest yield under the influence of Amalgerol. Brio variety formulated the same high yield after treatment with Folur.

In 2014 the agrometeorological conditions determined a different reaction of the plants.

The year was cooler and rainy, leading to a lower yield (from 723.67 kg da⁻¹ to 1040.30 kg da⁻¹) in all genotypes.

The tested varieties treated with leaf fertilizers appear to be more productive in comparison with the control.

Amalgerol increased the productivity of Lince variety by 18.79%, Cameo – by 17.03% and Brio – by 14.69%.

Gala variety reacted best to Lithovit.

CONCLUSIONS

The obtained results show that the effect of the tested fertilizers depends on the variety and the meteorological conditions during vegetation in the different years of rice growing.

The weak impact of foliar fertilizers on the parameters of the flag leaf is most likely due to the application of the products on the already formed leaf.

An exception is the Cameo variety, which in both reporting years responds to treatment with the fertilizer Amalgerol.

A better effect on leaf gas exchange was found in the varieties Osmanchik 97, Cameo, Puma and Brio during the treatment with Amalgerol, and in Lince-with Lithovit.

A more pronounced effect of fertilizers was demonstrated in the second year of the experiment, which is characterized by more unfavorable weather conditions for

характеризира с по-неблагоприятни метеорологични условия за отглеждане на ориза. При сортовете Линче, Cameo и Брио подобрения газообмен кореспондира с по-висока продуктивност на третираните растения.

rice cultivation.

In the varieties Lince, Cameo and Brio, the improved gas exchange corresponds to higher productivity of the treated plants.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Abd El-Aal, M. and R. Eid**, 2018. Effect of Foliar Spray with Lithovit and Amino Acids on Growth, Bioconstituents, Anatomical and Yield Features of Soybean Plant. *Annals of Agricultural Science, Moshtohor*, 56 (1), 187-202.
2. **Ahmad, R. and R. Jabeen**, 2005. Foliar Spray of Mineral Elements Antagonistic to Sodium-a Technique to Induce Salt Tolerance in Plants Growing Under Saline Conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 37 (4), 913-920.
3. **Ali, M., M. Salim, S. Zia, I. Mahmood and A. Shahzad**, 2005. Performance of Rice as Affected by Foliar Application of Different K Fertilizer Sources. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 42 (1-2), 38-41.
4. **Benton, J., B. Wolf and H. Mills**, 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Publishing Inc., USA. 213 p.
5. **Bhuyan, M., M. Ferdousi and M. Iqbal**, 2012. Foliar Spray of Nitrogen Fertilizer on Raised Bed Increases Yield of Transplanted Aman Rice over Conventional Method. *International Scholarly Research Network ISRN Agronomy*, Article ID 184953, 8 pages. DOI:10.5402/2012/184953
6. **Da Silva, D., I. Scarminio, D. Anunciação, A. Souza, E. Da Silva and S. Ferreira**, 2013. Determination of the Mineral Composition of Brazilian Rice and Evaluation using Chemometric Techniques. *Analytical methods*, 5 (4), 998-1003.
7. **Domaratskiy, Y.**, 2021. Leaf Area Formation and Photosynthetic Activity of Sunflower Plants Depending on Fertilizers and Growth Regulators. *Journal of Ecological Engineering*, 22 (6), 99-105 DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/137361>
8. **Fajruden, U.**, 2011. Determination of Essential Minerals in Brown and Polished Rice Varieties in Sabah. Thesis for Degree of Bachelor, Universiti Malaysia Sabah.
9. **Horvat, T., M. Poljak, B. Lazarević, Z. Svečnjak and K. Hanaček**, 2014. Effect of Foliar Fertilizers on Physiological Characteristics of Potato. *Romanian Agricultural Research*, 31, 159-165.
10. **Ilieva, V., N. Markova-Rudzik, D. Andreevska and D. Andov**, 2010. Breeding and Evaluation for Improved Rice Varieties in Macedonia. *Plant Science*, 47 (1), 17-22.
11. **Khuang, T., T. Huan and C. Hach**, 2008. Study on Fertilizer Rates for Getting Maximum Grain Yield and Profitability of Rice Production. *Omonrice*, 16, 93-99.
12. **Kostadinov, K. and S. Filipov**, 2010. Influence of Foliar Spray on the Growth of Pepper (*Capsicum Annuum* L.), *Scientific works of Agricultural university-Plovdiv (Bulgaria)*, LV (1), 341-346.
13. **Li, Y., X. Chen, I. Shamsi, P. Fang and X. Lin**, 2012. Effects of Irrigation Patterns and Nitrogen Fertilization on Rice Yield and Microbial Community Structure in Paddy Soil. *Pedosphere*, 22 (5), 661-672. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(12\)60051-4](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(12)60051-4)

14. **Michalek, S., S. Chwil, J. Pranagal and S. Ligeza**, 2009. Maize Early Growth under Conditions of Foliar Nutrition with VIFLO fertilizers. *Problem Journals of Advances in Agricultural Sciences*, 542, 1 (PI).
15. **Minev, N.**, 2020. Effect of foliar fertilization on the yield and quality of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.). *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 23 (2), 248-261.
16. **Murthy, K., M. Dakshina, A. Upendra, D. Vijay and T. Sridhar**, 2015. Effect of Levels of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Performance of Rice, *Indian Journal of Agricultural Research*, 49 (1), 83-87. DOI : 10.5958/0976-058X.2015.00012.8
17. **Peng, S., R. Buresh, J. Huang, X. Zhong and Y. Zou**, 2010. Improving Nitrogen Fertilization in Rice by Sitespecific N Management. A Review, *Agronomy for Sustainable Development*, 30, 649-656.
18. **Sing, S., P. Bhati, A. Sharma and V. Sahu**, 2015. Super Hybrid Rice in China and India: Current Status and Future Prospects. *International Journal of Agriculture and Biology*, 17 (2), 221-232.
19. **Tomov T., G. Rachovski, S. Kostadinova and I. Manolov**, 1999. Guide to Agrochemistry. Acad. Publ. Higher Inst. Agr., Plovdiv (Bg).
20. **Toromanova, I.**, 2017. Comparative Evaluation of the Growth, Development and Productivity of Introduced Rice Varieties and the Impact on them of Foliar Fertilizers. Dissertation, Plovdiv, Bulgaria (Bg).
21. **Toromanova, I. and T. Georgieva**, 2015. Research on some Grain Quality Characteristics of Turkish and Italian Rice Varieties Grown in Bulgaria. *Sixth International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015“*, 142-147.