СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

06.01.00 Агрономия

УДК 633.19+631.8

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.001

ВЛИЯНИЕ ДИАТОМИТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ

*О.М. Касынкина, канд. с.-х. наук, доцент; Т.А. Власова, канд. с.-х. наук, доцент;
Н.Н. Сологуб, канд. ист. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, т. 8(8412) 62-83-67, e-mail: kasinkina.olga@yandex.ru

В статье приводятся результаты исследования по изучению влияния применения местного кремнийсодержащего минерального ресурса (диатомита) на урожайность яровой тритикале сорта Укро. В исследованиях, проведенных в 2014-2016 гг. на временном опытном участке в Бессоновском районе Пензенской области, установлено, что использование диатомита способствовало повышению урожайности и качества зерна яровой тритикале сорта Укро. Урожайность зерна исследуемого сорта яровой тритикале в среднем за годы изучения варьировала от 4,00 т/га на варианте с внесением диатомита 2 т/га до 4,30 т/га на варианте с внесением диатомита 8 т/га, при средней урожайности сорта на контроле 3,80 т/га. Натура зерна в зависимости от дозы применения диатомита повысилась на 0,6-20,6 г/л, а стекловидность на 1,0-9,9 %. Достоверные отклонения по урожайности и качеству получены на вариантах с дозами внесения диатомита от 4 до 8 т/га.

Ключевые слова: яровая тритикале, диатомит, урожайность, натура зерна, стекловидность.

Введение

Вовлечение в сферу сельскохозяйственного производства нетрадиционных, более дешевых местных минеральных сырьевых ресурсов (диатомит, цеолит, доломит, мергель) является актуальным. Эти вещества, обладающие уникальными адсорбционными, ионообменными и каталитическими свойствами, способны удерживать при внесении в почву в пахотном слое и медленно расходовать в течение вегетации влагу, элементы питания, создавать благоприятные режимы взаимодействия в системе почва – растение. Природные агроруды содержат необходимые для растений химические элементы, такие, как фосфор, калий, серу, марганец и другие [1, 2, 13].

Диатомит является осадочной горной породой, состоящей из окаменевших

панцирей диатомовых водорослей, и представляет собой мелкодисперсный порошок серого цвета. Основным химическим элементом, который содержится в диатомите, является кремний в аморфном виде.

Диатомитсодержащие минеральные ресурсы могут найти применение во многих сферах сельского хозяйства как удобрение, подкормка для сельскохозяйственных животных и птиц, инсектицид природного происхождения для борьбы с вредителями сельскохозяйственных и декоративных растений [3, 4, 10, 12].

Имеется много научных исследований, в которых показано положительное влияние удобрений на основе диатомитовых минералов, содержащих кремний. В разных исследованиях рассматриваются вопросы по улучшению корневого дыхания за счет

оптимизации кремниевого питания растений. Использование диатомитов как кремнийсодержащих удобрений увеличивает устойчивость стебля к полеганию, увеличивает площадь листьев, сухую массу растений и урожайность сельскохозяйственных культур [8, 9].

Ряд исследователей считают, что минералы кремния являются источником растворимого кремнезема, который играет важную роль в повышении продуктивности растений и их устойчивости к болезням и вредителям.

Яровая тритикале является перспективной культурой для полевых севооборотов Среднего Поволжья. За счет высокой продуктивности культура тритикале повышает валовый сбор зерна, увеличивает выход животноводческой продукции. Культура тритикале отличается от других зерновых культур тем, что она более стрессовынослива в отношении погодных факторов и почвенных условий [5, 6, 11].

Тритикале является менее требовательной культурой по отношению к факторам внешней среды, но не до конца изучено отношение культуры к почвенным условиям, потребление этой культурой кремния [7]. В связи с этим целью проведенных исследований явилось изучение влияния диатомита как кремнийсодержащего удобрения на продуктивность и структуру урожая яровой тритикале сорта Укро. Сорт Укро гексаплоидный, раннеспелый, обладающий повышенной засухоустойчивостью, высокой устойчивостью к основным грибным болезням и осыпанию зерна на корню.

Методы и материалы

Исследования проводились в 2014-2016 гг. на территории Бессоновского района, входящего в лесостепную зону Среднерусской почвенно-географической провинции, подзону выщелоченных черноземов. Бессоновский район характеризуется достаточным и частично умеренным увлажнением.

Погодные условия на протяжении периода вегетации растений яровой тритикале по годам исследований резко отличались. Сумма осадков за вегетационный период яровой тритикале составила 148,8 мм, что на 30,8 % было ниже среднемноголетней. Сумма среднесуточных температур за вегетационный период составила 229,3 °С и была выше среднемноголетней на 19,1 °С. В целом погодные условия вегетационного периода 2014 года характеризовались как теплые с недостаточным увлажнением.

В 2015 году сумма активных температур превышала среднемноголетнюю на 4,4 °С. Сумма осадков за период вегетации

была 176,7 мм, что ниже среднемноголетних данных на 38,3 мм. Условия вегетации 2016 года были умеренно неблагоприятными для растений яровой тритикале.

Для реализации поставленной цели был заложен опыт по следующей схеме: 1. Без диатомита (контроль); 2. Диатомит 2 т/га; 3. Диатомит 4 т/га; 4. Диатомит 6 т/га; 5. Диатомит 8 т/га. Опыт был заложен в трехкратной повторности с полной рендомизацией.

Площадь опытной делянки – 2 м². Посев семян яровой тритикале сорта Укро проводили в первой декаде мая. Норма высева семян – 4,5 млн. всхожих зерен на га. Предшественником яровой тритикале в севообороте был картофель.

Диатомит, который использовался в опыте, характеризовался следующим химическим составом (в окисной форме, % на абсолютно сухое вещество): SiO₂ – 80,42; Al₂O₃ – 8,01; Fe₂O₃ – 2,46; K₂O – 1,00; MgO – 0,78; CaO – 0,26; P₂O₅ – 0,04. Диатомит вносили осенью под основную обработку почвы.

Результаты

Высота растений яровой тритикале сорта Укро по вариантам опыта различалась сильно. Применение диатомита способствовало увеличению высоты исследуемых растений от 94,7 до 106,7 см при высоте 93,6 см в контроле. Наибольшая высота растений была выявлена на вариантах с дозой внесения диатомита в 6 и 8 т/га – 102,3 и 106,7 см соответственно, что на 8,7-13,1 см выше, чем в контроле (табл. 1).

Оценка устойчивости растений к полеганию позволяет установить сохранность урожая в определенных условиях, показать возможность эффективного применения машин при уборке урожая.

Данные результатов опыта в фазе налива зерна яровой тритикале сорта Укро показывают, что устойчивость растений к полеганию на исследуемых вариантах была разной. В среднем за годы испытания в контрольном варианте, в варианте с нормой диатомита 2 и 4 т/га была отмечена выше средней устойчивость растений к полеганию – 4,5 баллов. В вариантах с применением диатомита в норме 6 и 8 т/га отмечено среднее полегание растений.

Показатель урожайности зерна характеризует генетический потенциал, адаптационные возможности сорта. Урожайность зерна исследуемого сорта яровой тритикале в среднем за годы изучения варьировала от 4,00 т/га (диатомит 2 т/га) до 4,30 т/га (диатомит 8 т/га), при средней урожайности сорта на контроле 3,80 т/га (табл. 2).

Таблица 1

*Устойчивость к полеганию растений яровой тритикале
сорта Укро при разных нормах внесения диатомита*

Вариант	Высота растений, см				Устойчивость к полеганию, балл
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем за три года	
1. Контроль	92,0	96,0	93,0	93,6	4,5
2. Диатомит 2 т/га	93,0	97,0	94,0	94,7	4,5
3. Диатомит 4 т/га	93,0	99,0	101,0	97,7	4,5
4. Диатомит 6 т/га	97,0	106,0	104,0	102,3	4,0
5. Диатомит 8 т/га	101,0	112,0	107,0	106,7	4,0

Таблица 2

*Урожайность зерна яровой тритикале сорта Укро
при разных нормах внесения диатомита, т/га*

Вариант	Урожайность зерна, т/га				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем за три года	отклонение от контроля
1. Контроль	3,82	4,09	3,48	3,80	-
2. Диатомит 2 т/га	3,94	4,17	3,91	4,00	0,20
3. Диатомит 4 т/га	4,05	4,19	4,08	4,11	0,31
4. Диатомит 6 т/га	4,20	4,34	4,03	4,19	0,39
5. Диатомит 8 т/га	4,26	4,41	4,22	4,30	0,50
НСР ₀₅	0,21	0,23	0,18		

Погодные условия и нормы внесения диатомита способствовали формированию урожайности по годам исследования неодинаковой. Наибольшую урожайность по вариантам опыта получили в 2015 году – 4,17-4,41 т/га при среднем значении 4,28 т/га, что на 0,19 т/га выше контроля. Наименьшую урожайность в среднем по вариантам опыта получили в 2016 году – 4,06 т/га при 3,48 т/га на контроле.

Повышение урожайности сельскохозяйственных растений можно достичь за счет увеличения массы 1000 зерен, снижения пустозерности, увеличения продуктивных стеблей.

Диатомит положительно оказал влияние на показатель массы 1000 зерен. Наибольшая ее величина была получена на

варианте с применением диатомита в норме 8 т/га – 44,6 г, что на 5,1 г выше контроля (табл. 3).

Натура зерна культуры обуславливается погодными условиями и уровнем почвенного плодородия. Результаты исследований показывают, что по показателям натурной массы зерна достоверно превысили контроль варианты с внесением диатомита (табл. 4).

Внесение диатомита в нормах от 2 до 8 т/га увеличивала массу зерна яровой тритикале на 0,6-20,6 г/л. Наибольшая масса зерна получена на варианте с 8 т/га диатомита – 783,3 г/л, что на 20,6 г/л больше значения в контроле.

Таблица 3

*Масса 1000 зерен яровой тритикале
сорта Укро при разных нормах внесения диатомита*

Вариант	Масса 1000 зерен, г				Отклонение от контроля, г
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем за три года	
1. Контроль	38,7	40,2	39,6	39,5	-
2. Диатомит 2 т/га	39,6	41,0	40,2	40,3	0,8
3. Диатомит 4 т/га	40,3	42,4	41,5	41,4	1,9
4. Диатомит 6 т/га	41,6	44,6	43,8	43,3	3,8
5. Диатомит 8 т/га	43,3	45,6	44,9	44,6	5,1
НСР ₀₅	1,1	0,9	0,8		

Таблица 4

*Натура зерна яровой тритикале
сорта Укро при разных нормах внесения диатомита*

Вариант	Натура зерна, г/л				Отклонение от контроля, г/л
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем за три года	
1. Контроль	762	764	762	762,7	
2. Диатомит 2 т/га	762	768	760	763,3	0,6
3. Диатомит 4 т/га	766	766	764	765,3	2,6
4. Диатомит 6 т/га	774	780	776	776,7	14,0
5. Диатомит 8 т/га	778	792	780	783,3	20,6
НСР ₀₅	1,9	2,9	2,8		

Стекловидное зерно обладает более высокими мукомольными достоинствами, являясь сортовым признаком, изменяясь под влиянием внешних факторов. Анализ полученных данных показывает, что стекловидность зерна по вариантам опыта зависела от года исследований и дозы внесения диатомита.

В среднем по опыту стекловидность зерна в 2014 году колебалась от 52,4 до 61,3 %, при 52,1 % на контроле. В 2015 году она находилась в пределах от 53,6 до 62,8

%, при 52,3 % на контроле. В 2016 году стекловидность зерна на вариантах опыта отмечалась от 52,1 до 60,8 %, при 50,6 % на контроле. То есть стекловидность зерна в вариантах с применением диатомита в 2014 году была выше контроля на 0,3-9,2 %, в 2015 году на 1,3-10,5 %, в 2016 году на 1,5-10,2 %, при средних значениях от 1,0 до 9,9 %. Наибольшие отклонения от контроля были на варианте при внесении 8 т/га диатомита.

Таблица 5

*Стекловидность зерна яровой тритикале сорта Укро
при разных нормах внесения диатомита*

Вариант	Стекловидность, %				Отклонение от контроля, %
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	в среднем за три года	
1. Контроль	52,1	52,3	50,6	51,7	-
2. Диатомит 2 т/га	52,4	53,6	52,1	52,7	1,0
3. Диатомит 4 т/га	57,6	58,7	55,6	57,3	5,6
4. Диатомит 6 т/га	60,7	61,1	58,5	60,1	8,4
5. Диатомит 8 т/га	61,3	62,8	60,8	61,6	9,9
НСР ₀₅	0,8	1,2	1,3		

Заключение. Применение диатомита в дозах от 4 до 8 т/га достоверно повышало урожайность зерна яровой тритикале сорта Укро. В среднем в зависимости от дозы применения диатомита урожайность зерна яровой тритикале на этих вариантах увеличивалась от 0,31 т/га на варианте с внесением 4 т/га диатомита до 0,5 т/га с внесением 8 т/га диатомита, что связано с увеличением массы 1000 зерен при повышении дозы диатомита. С увеличением урожайности зерна и улучшались качественные показатели

(натура и стекловидность). Достоверные значения повышения натуры зерна в зависимости от доз диатомита наблюдали на вариантах с внесением 6 и 8 т/га. На этих вариантах натура зерна яровой тритикале увеличилась на 14,0-20,6 г/л. Стекловидность зерна яровой тритикале в зависимости от доз диатомита повысилась от 1,0 до 9,9 %. Достоверные отклонения при этом получены на вариантах с внесением диатомита от 4 до 8 т/га.

Литература

1. Голованов Д.Л. Кремний – незаменимый макроэлемент питания природных и культурных злаков. Удобрения и химические мелиоранты в агроэкосистемах. Москва: Издательство МГУ, 1998, с. 247-250.
2. Дабахова Е.В., Забегалов Н.В. Изучение кремнийсодержащих препаратов. Агрохимический вестник, 2011, № 2, с. 28-35.

3. Карпухин М. Ю. Эффективность использования диатомита в качестве удобрения при возделывании моркови в условиях Среднего Урала. Аграрный вестник Урала, 2014, № 1, с. 17-19.
4. Карпухин М. Ю. Влияние диатомита Камышловского месторождения на качество клубней картофеля в хозяйствах Свердловской области. Аграрный вестник Урала, 2014, № 2, с. 17-19.
5. Карпухин М. Ю. Эффективность диатомита Камышловского месторождения Свердловской области в качестве субстрата для выращивания овощных культур. Актуальные проблемы развития биотехнологий. Екатеринбург: Уральское аграрное издательство, 2013, с. 98-101.
6. Кузин Е. Н., Арефьев А. Н., Кузина Е. Е. Эффективность применения природных цеолитов Бессоновского и Лунинского месторождений Пензенской области на черноземах лесостепного Поволжья. РИО ПГСХА, 2015, 200 с.
7. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Данилова Е.В. Эффективность использования диатомита и его смеси с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы. Вестник Ульяновской ГСХА, 2008, № 1 (16), с. 8-14.
8. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрений сельскохозяйственных культур: монография. Ульяновск: УГСХА им. П. А. Столыпина, 2013, 178 с.
9. Лобода Б. П., Яковлева Н. Н. Диатомиты и трепелы как почвоулучшители и источники биогенных элементов. Плодородие, 2010, № 2, с. 22-24.
10. Маршалова А.Н., Глушков В.В., Макаров В.И. Изменение урожайности яровой тритикале в различные по метеословиям года. Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2011, т. 6, № 2 (20), с. 127-129.
11. Садаков И.А. Применение диатомита в областях промышленности. Молодежь и наука, 2015, № 2, с. 1-5.
12. Смирнов П.В. Перспективы расширения минеральной базы кремнистых пород в приграничной зоне Тюменской и Свердловской областей. Георесурсы: научно-технический журнал, 2015, № 4 (63), с. 81-84.
13. Gomez J., MLA Gil., Rosa-Fox N. de la, Alguacil M. Diatomite releases silica during spirit filtration. Food Chem, 2014, № 159, p. 381-387.
14. Szulc W., Rutkowska B., Hoch M., Szychaj-Fabisiak E., Murawska B. Exchangeable silicon of soil in a long-term fertilization experiment. Plant Soil Environ, 2015, v. 61 (10), p. 458-461.
15. Mewis I., Ulrichs C. Treatment of rice with diatomaceous earth and effects on the mortality of the red flour beetle *tribolium castaneum* (herbst). Springer-Verlag GmbH, 2001, № 74 (1), p.13-16.
16. Checkaev N.P., Semov I.N., Kuznetsov A.Yu., Arefyev A.N., Rylyakin E.G. The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019, № 1, p. 114-117.
17. Xiang Y., Wang N., Song J., Cai D., Wu Z. Micro-nanopores fabricated by high-energy electron beam irradiation: Suitable structure for controlling pesticide loss. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, v. 61, p. 5215-5219.

UDC 633.19+631.8

DOI 10.36461/NP.2020.57.4.001

INFLUENCE OF DIATOMITIS ON SPRING TRITICALE YIELD

O.M. Kasynkina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

T.A. Vlasova, Candidate of Agricultural sciences, associate professor;

N.N. Sologub, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University,
Penza, Russia, tel. 8(8412) 62-83-67, e-mail: kasinkina.olga@yandex.ru

The article presents the results of a study on the effect of a local silicon-containing mineral resource (diatomite) on the yield of the Ukro spring triticale. The studies were conducted in 2014-2016 on a temporary experimental site in Bessonovsky district of Penza region. It was found that the use of diatomite contributed to an increase in the yield and quality of grain of the Ukro spring triticale. The grain yield of the studied variety of spring triticale on average over the years of study varied from 4.00 t/ha in the variant with the introduction of diatomite 2 t/ha to 4.30 t/ha in the variant with the introduction of diatomite 8 t/ha, with the average yield of the variety 3.80 t/ha in the control. Grain-

unit, depending on the rate of diatomite, increased by 0.6-20.6 g/l, and vitreousness by 1.0-9.9%. Significant deviations in yield and quality were obtained in variants with rate of diatomite application from 4 to 8 t/ha.

Key words: spring triticale, diatomite, yield, grain-unit, vitreousness.

References

1. Golovanov D.L. Silicon is an irreplaceable macronutrient of natural and cultivated cereals. Fertilizers and chemical ameliorants in agroecosystems. Moscow: MSU Publishing House, 1998, p. 247-250.
2. Dabakhova E.V., Zabegalov N.V. Study of silicon-containing preparations. Agrochemical Bulletin, 2011, No. 2, p. 28-35.
3. Karpukhin M. Yu. Efficiency of using diatomite as a fertilizer in the cultivation of carrots in the Middle Urals. Agrarian Bulletin of the Urals, 2014, No. 1, p. 17-19.
4. Karpukhin M. Yu. Influence of diatomite from the Kamyshlovskoye deposit on the quality of potato tubers in the farms of Sverdlovsk region. Agrarian Bulletin of the Urals, 2014, No. 2, p. 17-19.
5. Karpukhin M. Yu. Efficiency of diatomite from the Kamyshlovskoye deposit of the Sverdlovsk region as a substrate for growing vegetables. Actual problems of biotechnology development. Yekaterinburg: Ural Agrarian Publishing House, 2013, p. 98-101.
6. Kuzin E.N., Arefiev A.N., Kuzina E.E. Efficiency of application of natural zeolites of the Besonovka and Luninsky deposits of Penza region on the chernozems of the forest-steppe Volga region. RIO PSFAA, 2015, 200 p.
7. Kulikova A.Kh., Yashin E.A., Danilova E.V. Efficiency of using diatomite and its mixture with mineral fertilizers in the cultivation of winter and spring wheat. Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy, 2008, No. 1 (16), p. 8-14.
8. Kulikova A.Kh. Silicon and high-siliceous rocks in the system of fertilizers for agricultural crops: monograph. Ulyanovsk: USFAA after P. A. Stolypin, 2013, 178 p.
9. Loboda B.P., Yakovleva N.N. Diatomites and tripoli as soil improvers and sources of biogenic elements. Fertility, 2010, No. 2, p. 22-24.
10. Marshalova A.N., Glushkov V.V., Makarov V.I. Change in the yield of spring triticale in different weather conditions of the year. Bulletin of Kazan State Agrarian University, 2011, vol. 6, no. 2 (20), p. 127-129.
11. Sadakov I.A. Application of diatomite in industrial fields. Youth and Science, 2015, No. 2, p. 1-5.
12. Smirnov P.V. Prospects for expanding the mineral base of siliceous rocks in the border zone of the Tyumen and Sverdlovsk regions. Georesources: scientific and technical journal, 2015, No. 4 (63), p. 81-84.
13. Gomez J., MLA Gil., Rosa-Fox N. de la, Alguacil M. Diatomite releases silica during spirit filtration. Food Chem, 2014, № 159, p. 381-387.
14. Szulc W., Rutkowska B., Hoch M., Spychaj-Fabisiak E., Murawska B. Exchangeable silicon of soil in a long-term fertilization experiment. Plant Soil Environ, 2015, v. 61 (10), p. 458-461.
15. Mewis I., Ulrichs C. Treatment of rice with diatomaceous earth and effects on the mortality of the red flour beetle *tribolium castaneum* (herbst). Springer-Verlag GmbH, 2001, № 74 (1), p.13-16.
16. Checkaev N.P., Semov I.N., Kuznetsov A.Yu., Arefyev A.N., Rylyakin E.G. The use of silicon-containing agro ores for increasing the productivity of agricultural crops. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2019, № 1, p. 114-117.
17. Xiang Y., Wang N., Song J., Cai D., Wu Z. Micro-nanopores fabricated by high-energy electron beam irradiation: Suitable structure for controlling pesticide loss. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, v. 61, p. 5215-5219.