

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАНОСТРУКТУРНОЙ ВОДНО-ФОСФОРИТНОЙ СУСПЕНЗИИ

Н.Ш. ХИСАМУТДИНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом

И.А. ЯППАРОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом

М.М. ИЛБЯСОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом

Н.Л. ШАРОНОВА, кандидат биологических наук, зав. отделом

Р.Р. ГАЗИЗОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Татарский научно-исследовательский институт агрохимии и почвоведения Российской академии сельскохозяйственных наук

E-mail: niiaxpr2@mail.ru

Резюме. В статье приведены результаты оценки влияния различных доз и способов применения наноструктурной водно-фосфоритной суспензии (НВФС) на рост и урожайность кукурузы. Схема опыта предусматривала следующие варианты: контроль (без удобрений); $N_{60}K_{60}$ (фон); фон + внесение в почву фосмуки обычного помола в дозе 1,0 т/га; фон + внесение в почву НВФС в дозах 1,0, 0,8, 0,5, 0,3 и 0,1 т/га; фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозах 1,25, 0,75 и 0,25 кг/т. Предпосевная обработка семян ускоряла развитие растений на начальных этапах онтогенеза, что обусловлено повышением доступности фосфора в эти периоды роста. Наибольшая высота кукурузы отмечена в фазе цветения метелки в варианте с внесением НВФС в почву из расчета 1,0 т/га и предпосевной обработкой семян в дозе 1,25 кг/т – 249,0 и 251,0 см, прирост к контролю – 49,1 и 50,3%, к фону – 33,9 и 34,9%, к фосмуке обычного помола – 14,2 и 15,1% соответственно. Листовая поверхность при использовании НВФС путем внесения в почву и обработки семян была больше, чем в случае применения обычной фосмуки, на 283 и 286 см² соответственно. Масса корней в случае внесения НВФС в почву в дозе 1,0 т/га увеличилась, по сравнению с контролем, в 5,6 раза, с фоном – в 3,5 раза, с фосмукой обычного помола – в 2,2 раза. Применение НВФС во всех дозах способствовало формированию достоверных приростов урожая зеленой массы кукурузы, которые, по сравнению с фоном, при внесении НВФС в почву достигали 25,0...45,0%, с применением фосмуки обычного помола – от 4,0 до 15,0%. Предпосевная обработка семян НВФС обеспечивала увеличение урожая соответственно на 29,0...41,0 и 8,0...12,0%. Наибольшая прибавка отмечена при заделке НВФС в почву в дозе 1,0 т/га.

Ключевые слова: урожайность, фенологические наблюдения, высота растений, фосфоритная мука, наноструктурная водно-фосфоритная суспензия, дозы и способы внесения.

Почва – основной источник обеспечения растений питательными веществами. Однако в современных условиях непрерывной интенсификации производства этого довольно часто оказывается недостаточно для ежегодного выращивания высоких урожаев продукции хорошего качества. С точки зрения практического растениеводства важнейшее средство улучшения питания сельскохозяйственных культур – применение минеральных удобрений.

Одна из основных проблем земледелия России – дефицит фосфора. На сегодняшний день около 500 тыс. га пахотных земель Республики Татарстан

характеризуются низкой и 1,5 млн га – средней обеспеченностью подвижными формами этого элемента, что составляет около 50% от общей площади сельскохозяйственных угодий [1]. Обеспечение земледелия фосфорными удобрениями осложняется высокой энергоемкостью технологии обогащения фосфатного сырья и непосредственно производства удобрений. В связи с этим очень большое значение приобретает поиск путей удешевления производства, вовлечения нетрадиционного фосфатного сырья (местных низкопроцентных фосфоритов), повышения эффективности фосфорных удобрений [1, 2], в том числе с использованием наноструктурных веществ [3, 4].

Цель наших исследований – изучение влияния различных доз и способов применения наноструктурной водно-фосфоритной суспензии (НВФС) на морфометрические параметры растений и урожайность зеленой массы кукурузы.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили на растениях кукурузы в вегетационном опыте, заложенном согласно существующим методикам с использованием компьютерных систем и программ [5]. Объект изучения фосфоритная мука Сюндюковского месторождения Республики Татарстан обычного помола и в виде наноструктурной водно-фосфоритной суспензии (НВФС). Химический состав обоих форм фосфорного удобрения идентичен: P_2O_5 – 9,7%, K_2O – 1,8, CaO – 32,8, MgO – 1,4, Fe_2O_3 – до 8,0, Al_2O_3 – 2,4, F – 2,3, CO_2 – 4,0, $K_2O + Na_2O$ – 2,0, SiO_2 – 18,0, SO_2 – 3,8.

Почва – серая лесная среднесуглинистая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 3,3%; P_2O_5 – 132,0 мг/кг; K_2O – 116,0 мг/кг; сумма поглощенных оснований – 21,3 мг-экв./100 г почвы; гидролитическая кислотность – 3,2 мг-экв./100 г почвы, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,9.

Схема опыта: контроль (без удобрений); $N_{60}K_{60}$ (фон); фон + внесение в почву фосмуки обычного помола в дозе 1,0 т/га; фон + внесение в почву НВФС в дозах 1,0, 0,8, 0,5, 0,3 и 0,1 т/га; фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозах 1,25, 0,75 и 0,25 кг/т.

Результаты и обсуждение. Фенологические наблюдения за ростом и развитием кукурузы в фазы всходов, первого и второго листа показали, что растения из семян, обработанных НВФС, развивались более интенсивно, чем в случае внесения суспензии в почву.

По-видимому, это обусловлено рядом физиологических и биохимических процессов, протекающих в растениях и почве как в целостной системе. Можно предположить, что диффузная пропитка посевного материала суспензией фосфоритной муки в наноструктурном виде способствовала насыщению тканей семенами фосфором – главным элементом макроэнергетических соединений клеток, что, в конечном итоге, стимулировало развитие растений. Этот эффект наблюдали начиная со всходов и до цветения, разница

Таблица 1. Влияние различных доз и способов применения НВФС на высоту растений

Вариант	Высота растений, см			
	фаза выметывания метелки	+/- % к фону	фаза цветения метелки	+/- % к фону
Контроль (без удобрений)	102	—	167	—
N ₆₀ K ₆₀ (фон)	115	0	186	0
Фон + фосмука обычного помола	127	+10,4	218	+17,2
Фон + НВФС в почву в дозе: 1,0 т/га	142	+23,5	249	+33,9
0,8 т/га	137	+19,1	237	+27,4
0,5 т/га	130	+13,0	231	+24,2
0,3 т/га	124	+7,8	228	+22,6
0,1 т/га	120	+4,3	221	+18,8
Фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозе:				
1,25 кг/т	144	+25,2	251	+34,9
0,75 кг/т	123	+7,0	248	+33,3
0,25 кг/т	128	+11,3	241	+29,6

в прохождении фаз, по сравнению с остальными вариантами, составляла 4...5 сут. У взрослых сформировавшихся растений, которые благодаря хорошо развитой корневой системе стали более способными к усвоению фосфатов фосфоритной муки в наноструктурном виде и почвы в целом, различия между вариантами с обработкой семян и внесением НВФС в почву нивелировались.

Фенологические наблюдения показали, что в фазе молочно-восковой спелости темпы роста и развития растений выравнивались с незначительными отклонениями, обусловленными остаточным стимулирующим эффектом в вариантах с обработкой семян.

В фазе выметывания метелки высота растений в контроле составила 102 см, в фоновом варианте – 115,0 см, при внесении фосмуки обычного помола – 127,0 см, НВФС – 120,0...142,0 см, в случае обработки семян – 123,0...144,0 см. Наибольшая величина этого показателя отмечена в варианте с внесением НВФС в почву из расчета 1,0 т/га и при предпосевной обработке семян в дозе 1,25 кг/т – 142,0...144,0 см (табл. 1).

К фазе цветения метелки высота растений в контроле достигала 167 см (прирост от фазы выметывания к фазе цветения – 61,1%), при использовании минеральных удобрений – 186,0 см (прирост – 61,7%), в варианте с внесением фосмуки обычного помола – 218,0 см (прирост 71,7%), НВФС – 221,0...249,0 см (прирост 75,4...84,2%), в случае предпосевной обработки семян – 241,0...251,0 см (прирост 74,3...88,3%). Самыми высокими оказа-

лись растения в варианте с обработкой семян в дозе 1,25 кг/т семян – 251,0 см.

Длина корней в контроле в фазе выметывания метелки составила 23,5 см, в фазе цветения – 32,3 см (прирост 37,4%), при использовании минеральных удобрений – соответственно 28,3 и 35,2 см (прирост 24,4%), в вариантах с применением фосмуки обычного помола – 32,1 и 38,5 см (прирост 19,9%). Средние величины этих показателей по вариантам с внесением в почву НВФС достигали 33,3 и 39,0 см (прирост 17,1%), с предпосевной обработкой семян суспензией – 39,7 и 45,9 (прирост – 15,6%).

Таким образом, применение наноструктурной водно-фосфоритной суспензии оказывает активное стимулирующее воздействие на рост корневой системы особенно на ранних этапах развития растений, что, на наш взгляд, обусловлено большей доступностью питательных веществ в фазе прорастания.

Масса корней в контроле была равна 5,3 г/сосуд, на фоне внесения минеральных удобрений – 8,5 г, при использовании фосмуки обычного помола – 13,8 г, НВФС в почву в дозе 1,0 т/га – 29,9 г, предпосевной обработке семян в дозе 1,25 кг/т – 22,7 г/сосуд (рис. 1). При внесении НВФС в почву в дозе 1,0 т/га величина этого показателя выросла, по сравнению с контролем, в 5,6 раза, с фоном – в 3,5 раза.

Использование наноструктурированной суспензии обеспечивало формирование более мощного ассимиляционного аппарата (рис. 2). В фазе выметывания метелки листовая поверхность в расчете на одно растение кукурузы при внесении обычной фосмуки составляла

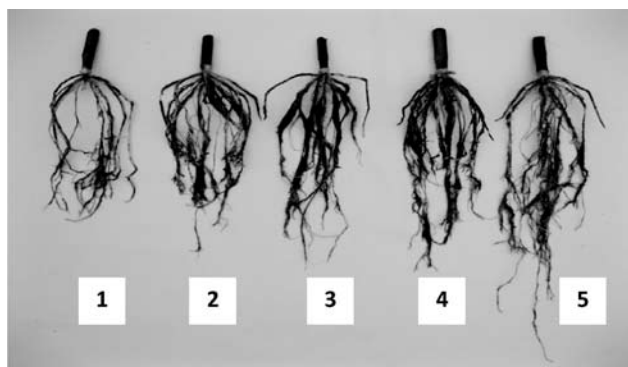


Рис. 1. Влияние наноструктурной водно-фосфоритной суспензии на развитие корневой системы кукурузы в фазе выметывания метелки: 1) контроль без удобрений; 2) N₆₀K₆₀ – фон; 3) фон + фосмука обычного помола в почву; 4) фон + НВФС по 1,0 т/га в почву; 5) фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозе 1,25 кг/т.



Рис. 2. Влияние наноструктурной водно-фосфоритной суспензии на размер 9-го листа растений кукурузы в фазе выметывания метелки: 1) контроль без удобрений; 2) N₆₀K₆₀ – фон; 3) фон + фосмука обычного помола в почву; 4) фон + НВФС по 1,0 т/га в почву; 5) фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозе 1,25 кг/т.

Таблица 2. Влияние различных доз и способов применения НВФС на прибавку урожая зеленой массы кукурузы в фазе молочно-восковой спелости

Вариант	Зеленая масса, г/сосуд	Разница, %		
		с контролем	с фоном	с фосмукой
Контроль (без удобрений)	323,8	0	-54	-94
N ₆₀ K ₆₀ (фон)	498,5	+54	0	-26
Фон + фосмука обычного помола	628,1	+94	+26	0
Фон + НВФС в почву в дозе: 1,0 т/га	720,7	+123	+45	+15
0,8 т/га	712,9	+120	+43	+14
0,5 т/га	692,2	+114	+39	+10
0,3 т/га	653,0	+124	+31	+4
0,1 т/га	623,1	+92	+25	-1
Фон + предпосевная обработка семян НВФС в дозе: 1,25 кг/т	702,8	+117	+41	+12
0,75 кг/т	677,9	+109	+36	+8
0,25 кг/т	643,1	+99	+29	+2
НСР ₀₅	3,65			

2042,0 см², НВФС – 1906,0...2325,0 см², в случае предпосевной обработки семян НВФС – 2108,0...2328,0 см², в варианте с применением удобрений – 1837,0 см², в контроле – 753 см². Увеличение листовой поверхности при заделке НВФС в почву, по сравнению с использованием обычной фосмуки, достигало 283 см², в случае обработки семян – 286 см².

Положительное влияние фосмуки в наноструктурном виде наблюдали и в отношении формирования зеленой массы кукурузы. В варианте с обычной фосмукой масса 1 растения составила 161,0 г, при внесении НВФС в почву – 162,2...195,7, в случае предпосевной обработки семян – 185,2...200,5, в фоновом варианте – 141,9, в контроле – 114,2 г.

Прибавка зеленой массы кукурузы в варианте с предпосевной обработкой семян в дозе 1,25 кг/т, по сравнению с контролем, составила 86,3 г, с фоном – 58,6 г.

Литература.

1. Алиев Ш.А., Ишкаев Т.Х., Яппаров А.Х. Приемы применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья. Казань, 2009. 239 с.
2. Хисамутдинов Н.Ш., Беляев С.М. Эффективное применение местных агроминералов в сельском хозяйстве // Материалы всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию ГНУ Татарский НИИ АХП Россельхозакадемии «Современные подходы к формированию адаптивно-ландшафтной системы земледелия, обеспечивающие повышение эффективности сельскохозяйственного производства». Казань, 2012. С. 176–181.
3. Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Ежкова А.М. и др. Использование нанопрепарата при выращивании кукурузы на зеленую массу // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2013. Том 212. С. 380–384.
4. Яппаров А.Х., Хисамутдинов Н.Ш., Шаронова Н.Л. и др. Выращивание кукурузы на зеленую массу с применением наноструктурной водно-фосфоритной суспензии // Материалы междунар. науч. конф. «Достижения и перспективы развития биотехнологии». Саранск, 2012. С. 113.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1986. 280 с.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF PLANTS, YIELD AND QUALITY OF CORN GREEN MASS AT NANOSTRUCTURED WATER PHOSPHATE SUSPENSION APPLICATION

N.Sh. Khisamutdinov, I.A. Yapparov, M.M. Ilyasov, N.L. Sharonova, R.R. Gazizov

Tatar Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Russian Academy of Agricultural Sciences

Summary. In the article there were presented data evaluating the effect of different doses and methods of nanostructured water phosphate suspension (NWPS) application on growth and yield of maize. There were established accelerating the development of plants in the initial period of ontogenesis due stimulating effect on seedlings by increasing the availability of phosphorus in the critical period of growth. The greatest height of the plants there was found in the flowering at introduction NWPS into the soil 1,0 t / ha and preplant seed treatment at 1,25 kg / m – 249,0 and 251,0 cm, the gain control – 49,1 and 50,3%, to the background – 33,9 and 34,9%, to conventional phosphorite grinding – 14,2 and 15,1%, respectively. The increasing of leaf area at using NWPS into the soil and seed treatment was 283 and 286 cm² compared to conventional phosphorite grinding respectively. The increasing the root biomass at application NWPS into the soil 1,0 t / ha as compared to controls was 5,6 times, with the background – 3,5 times, with the conventional phosphorite grinding – 2,2 times. The use of NWPS at all doses gave a reliable yield increasing of corn green mass. The green mass of corn was higher by 25,0-45,0% compared to the background at introduction of different doses of NWPS into the soil. The increasing of green mass compared to conventional phosphorite grinding ranged from 4,0 to 15,0%. Seed treatment with NWPS increased yield of green mass by 29,0-41,0% compared with the background and 8,0-12,0% with conventional phosphorite grinding. The highest increasing of yield was in the variant the NWPS introduction into the soil 1,0 t / ha: 45,0% compared to the background and 15,0% compared to conventional phosphorite grinding.

Keywords: yield, phenological observations, plant height, ground phosphate rock, nanostructured water phosphate suspension, root length, doses and methods of application.

К фазе цветения площадь листовой поверхности, зеленая масса и масса корней по вариантам увеличивались, по сравнению с фазой выметывания, на 8,0...15,0, 30,0...55,0 и 15,0...30,0 % соответственно.

Внесение в почву различных доз НВФС повышало зеленую массу кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, по сравнению с контролем, на 25,0...45,0%, с фоном – на 25,0...45,0%, с применением фосмуки

обычного помола – на 4,0...15,0% (табл. 2).

Предпосевная обработка семян НВФС способствовала увеличению продуктивности зеленой массы, по сравнению с контролем, на 99,0...117,0%, с фоном – на 29,0...41,0% и с фосмукой обычного помола – на 8,0...12,0%.

Выводы. Таким образом, применение НВФС ускоряет прохождение начального периода онтогенеза, что может быть обусловлено стимулирующим действием повышения доступности фосфора на проросток и молодое растение.

Внесение наноструктурной водно-фосфоритной суспензии в почву способствовало увеличению урожая зеленой массы кукурузы, по сравнению с фоном, на 25,0...45,0%, предпосевная обработка семенного материала – на 29,0...41,0%. Наилучшие результаты обеспечило использование НВФС в дозах соответственно 1,0 т/га и 1,25 кг/т.