

DOI: 10.15593/2224-9400/2018.4.04

УДК 631.55; 631.8; 633.1

**И.М. Суханова, И.А. Яппаров, Р.Р. Газизов,
Л.М.-Х. Биккинина, Г.Х. Нуртдинова**

Татарский НИИАХП ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНЫХ УДОБРЕНИЙ И ИХ НАНОАНАЛОГОВ

Использование природных удобрений глауконита, сапропеля и биогуруса для предпосевной обработки семян в виде макро- и наносуспензий непосредственно в зоне роста позволяет обеспечить культуры необходимыми питательными элементами на начальном этапе развития культур и улучшить качество зерна в дальнейшем.

Наноструктурные суспензии, обладая биологически активными свойствами и пролонгированным действием на биологические объекты, обеспечили лучшие по сравнению с обработкой макросуспензиями показатели качественной оценки зерна. Уникальные особенности суспензий, благодаря небольшим размерам частиц, проникающих беспрепятственно, не повреждая структуру, и без последствий для растительного организма, стимулировали биохимические процессы в культурах.

Диффузная пропитка семян суспензиями нанобиогуруса увеличила содержание азота и белка в зерне гречихи относительно макроаналога на 25,3 и 61,3 %, в зерне овса на 14,6 и 17,4 % соответственно. Суспензия наносапропеля привела к обогащению зерна гречихи зольными элементами и фосфором, прирост к обработке обычной суспензией сапропеля составил 5,5 и 18,5 % соответственно. Обработка наноглауконитом повысила количество калия в зерне овса и гречихи на 3,9 и 40,0 % соответственно.

Относительно фонового внесения удобрений (без обработки семян) преимущество наноструктурных суспензий более ощутимо. Использование нанобиогуруса увеличило содержание азота и белка в зерне гречихи на 60,7 и 58,2 %, в зерне овса на 68,9 и 60,9 % соответственно. Суспензия наносапропеля обогатила зерна гречихи зольными элементами и фосфором, прирост 19,9 и 33,3 % соответственно. Вариант с наноглауконитом увеличил количество калия в зернах овса и гречихи на 10,4 и 61,5 % соответственно по культуре.

Ключевые слова: сапропель, глауконит, биогурус, наноструктурная водная суспензия, качество, агроминералы.

**I.M. Sukhanova, I.A. Yapparov, R.R. Gazizov,
L.M-Kh. Bikkinina, G.H. Nurtdinova**

TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS,
Kazan, Russian Federation

ASSESSMENT OF THE QUALITATIVE INDICATORS OF GRAIN WHEN USING NATURAL FERTILIZERS AND THEIR NANOANALOGUES

The use of natural fertilizers of glauconite, sapropel and biohumus for presowing seed treatment in the form of macro – and nanosuspensions directly in the growth zone provided cultures with the necessary nutrients at the initial stage of development of crops and improved the quality of the grain in the future.

Having nanostructural suspensions having biologically active properties and a prolonged effect on biological objects, they provided the best indicators of the qualitative assessment of grain compared to the treatment with macro suspensions. The unique features of the suspensions, thanks to the individual particle sizes of 20-30 nm, penetrating unhindered, without damaging the structure, and without consequences for the plant organism stimulated biochemical processes in cultures.

Diffuse impregnation of seeds with suspensions of nanobiogum has increased the content of nitrogen and protein in buckwheat grains with respect to macroanalogs by 25.3 and 61.3%, in oat grains by 14.6 and 17.4%, respectively. The suspension of nanosapropel led to the enrichment of buckwheat grains with ash elements and phosphorus, the increment to the treatment with a conventional sapropel suspension was 5.5 and 18.5%, respectively. Treatment with nanoglaconit increased the amount of potassium in the grain of oats and buckwheat by 3.9 and 40.0%, respectively.

Regarding background fertilizer application (without seed treatment), the advantage of nanostructured suspensions is more pronounced. The use of nanobiohumus increased the content of nitrogen and protein in the buckwheat grain – by 60.7 and 58.2%, in the grain of oats – by 68.9 and 60.9%, respectively. The suspension of the nasapropel enriched the buckwheat grains with ash elements and phosphorus, an increase of 19.9 and 33.3%, respectively. The variant with nanoglaconit increased the amount of potassium in the grains of oats and buckwheat by 10.4 and 61.5%, respectively, in culture.

Keywords: *sapropel, glauconite, biohumus, nanostructured aqueous suspension, quality, agrominerals.*

Сохранение плодородия и недопущение загрязнения почв путем использования природных удобрений, способствующих минимизации применения химических средств стимулирования и защиты при возделывании культур и получения экологически безопасной продукции, приоритетны в сельскохозяйственном производстве.

В качестве дополнения к минеральным удобрениям для снижения их дозировок и пестицидной нагрузки предлагаются биогумус, сапропель и глауконит – вещества, созданные самой природой и экологиче-

ски безопасные по своему составу. Биогумус – продукт биоконверсии отходов животноводства с помощью технологических червей. В нем аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов, непосредственно усваиваемых растениями, имеется ряд ростовых веществ, витаминов, антибиотиков, аминокислот и полезная микрофлора [1–3]. Сапрпель применяется на всех типах почв, для увеличения содержания органического вещества и макро- и микроэлементов питания, улучшения водно-физических свойств почвы и нейтрализации кислотности. Глауконит рассматривается как бесхлорное калийное удобрение с высоким содержанием окисных форм железа, тонкорассеянного фосфатного вещества и микроэлементов Mn, Cu, Co, Ni, B, V и др. [4–6].

Состав вышеназванных агроминералов обладает свойствами, позволяющими применять их в сельскохозяйственном производстве в качестве удобрений. В этом ключе наибольшую актуальность имеет использование для обработки семян экологических природных материалов с органо-минеральными составляющими и их наноаналогов, позволяющих улучшить качество зерна и сократить количество макроудобрений [7].

Экспериментальная часть. Приводим данные двухлетнего эксперимента, проведенного на базе Татарского НИИ агрохимии и почвоведения в условиях вегетационного опыта. Культуры – овес Конкур и гречиха Чатыр-Тау.

Почва опыта – серая лесная среднесуглинистая – имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 2,48 %; щелочно-гидролизуемого азота – 67 мг/кг; P₂O₅ – 132,0 мг/кг; K₂O – 114,0 мг/кг; сумма поглощенных оснований – 17,7 мг-экв./100 г почвы; гидrolитическая кислотность – 3,05 мг-экв./100 г почвы, рН_{сол} – 5,5.

Вегетационный опыт заложен в сосудах Вагнера с весом почвы 5 кг. Повторность трехкратная.

В опыте использован сапрпель озера Белое, Тукаевского района Республики Татарстан (РТ), глауконит Сяндюковского месторождения Тетюшского района РТ и биогумус производства технологических червей Владимирской области (г. Коврова). В качестве минеральных удобрений (фон) использовано комплексное универсальное удобрение «Агрикола» производства ООО «ПСК Техноэкспорт» Московской области с массовой долей питательных веществ N – 16 %, P – 16 %, K – 16 %. Схема и варианты опыта:

1. Фон N₆₀P₆₀K₆₀.
2. Фон + обработка семян суспензией глауконита 1,5 кг/т.
3. Фон + обработка семян суспензией сапропеля 1,5 кг/т.
4. Фон + обработка семян суспензией биогумуса 1,5 кг/т.
5. Фон + обработка семян суспензией наноглауконита 1,5 кг/т.
6. Фон + обработка семян суспензией наносапропеля 1,5 кг/т.
7. Фон + обработка семян суспензией нанобиогумуса 1,5 кг/т.

Применяли водные суспензии агроминералов из расчета 1:4 и их наноструктурные водные суспензии. Для получения наноструктурных агроминералов использовали метод ультразвукового воздействия. Исходный порошкообразный минерал помещали в деионизированную воду. Полученную суспензию подвергали ультразвуковому диспергированию, в результате чего получали взвесь равномерно распределенных частиц агроминерала наноразмерного диапазона в деионизированной воде [4].

В вегетационном опыте проведены: агрохимический анализ почвы на содержание органического вещества (ГОСТ 26213–91), щелочно-гидролизуемого азота по методу Корнфилда (ЦИНАО), P₂O₅ и K₂O по Кирсанову (ГОСТ Р 54650–2011), гидролитической кислотности Н_T (ГОСТ 26212–91), рН_{KCl} (ГОСТ 26483–85) и суммы поглощенных оснований (ГОСТ 27821–88); анализ зерна на содержание азота (ГОСТ 13496.4–93), белка (ГОСТ 10846–91), фосфора (ГОСТ 26657–97), калия (ГОСТ 30504–97), зольности (ГОСТ 19847–74); фенологические наблюдения за ростом и развитием растений [8–11]. Урожайные данные культур статистически обработаны, цифровые показатели, полученные при выполнении работы, анализированы по стандартным программам вариационной статистики согласно пакету программ Microsoft Office Excel-2007. Выявлена достоверность прибавок урожая от исследуемых факторов.

Результаты и обсуждение. Вегетационный период гречихи длился 88 дней, а овса – 91 день. Регулярный полив сосудов и внешние погодно-климатические условия благоприятно складывались для развития культур в течение всего периода.

Корневая система гречихи, при меньшей массе, в 1,5–5 раз поглощает больше элементов питания, чем другие яровые хлеба [12]. После сжигания растительного материала остается остаток – зола. Содержание золы в растениях подвержено значительным колебаниям в зависимости от их биологических особенностей, стадии развития, ус-

ловий выращивания и органа растения. Например, в листьях, стеблях и корнях содержание золы всегда больше, чем в семенах. Зола состоит главным образом из оксидов элементов минерального питания растений, так называемых зольных. Определение ее содержания и состава необходимо для химической характеристики урожая сельскохозяйственных культур, а также для изучения динамики накопления золы и отдельных зольных элементов в онтогенезе растений. Органические соединения растений сгорают с образованием летучих соединений – оксидов углерода, водорода, азота [8].

Исследования зерна гречихи проводили в пленке, овса – без пленок, пленчатость последнего составляла около 30 %.

Применение органо-минеральных суспензий увеличило количество минеральных веществ в зерне гречихи и овса (табл. 1, 2). Максимальное количество золы в зерне гречихи отмечено в варианте с обработкой семян суспензией наносапропеля, прирост элемента к аналогичной макросуспензии составил 5,5 %, прирост к фону – 19,89 %. Суспензия нанобиогумуса и наноглауконита повысила выход золы относительно макроаналогов на 1 и 4,7 % соответственно. Использование для анализа чистого зерна овса значительно снизило показатель зольности, но увеличило содержание органических соединений. Преимущество в оценке минерального питания на стороне вариантов с обработками наносуспензиями глауконита и биогумуса – прибавка к использованию обычных суспензий составила 10,63–22,74 % и к фону 12,3–26,96 %.

Таблица 1

Химический состав зерна гречихи, %

| Вариант | Зола | Откл. (±) от фона | Азот | Откл. (±) от фона | Белок | Откл. (±) от фона | P ₂ O ₅ | Откл. (±) от фона | K ₂ O | Откл. (±) от фона |
|------------------------|------|-------------------|------|-------------------|-------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 1,76 | - | 1,45 | - | 7,92 | - | 0,48 | - | 0,13 | - |
| 2 | 1,91 | +8,52 | 1,75 | +20,69 | 10,09 | +27,40 | 0,49 | +2,08 | 0,17 | +30,77 |
| 3 | 2,0 | +13,64 | 1,58 | +8,97 | 9,07 | +14,52 | 0,54 | +12,50 | 0,15 | +15,39 |
| 4 | 2,0 | +13,64 | 1,86 | +28,28 | 10,93 | +38,01 | 0,60 | +25,0 | 0,15 | +15,40 |
| 5 | 2,0 | +13,64 | 2,21 | +52,41 | 11,9 | +50,25 | 0,54 | +12,5 | 0,21 | +61,54 |
| 6 | 2,11 | +19,89 | 1,95 | +34,48 | 11,50 | +45,20 | 0,64 | +33,33 | 0,18 | +38,46 |
| 7 | 2,02 | +14,77 | 2,33 | +60,69 | 12,53 | +58,21 | 0,54 | +12,50 | 0,17 | +30,77 |
| НСР ₀₅ 0,10 | | | 0,14 | | 0,43 | | 0,05 | | 0,07 | |

Таблица 2

Химический состав зерна овса, %

| Вариант | Зола | Откл. (±) от фона | Азот | Откл. (±) от фона | Белок | Откл. (±) от фона | P ₂ O ₅ | Откл. (±) от фона | K ₂ O | Откл. (±) от фона |
|------------------------|------|-------------------|------|-------------------|-------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 2,04 | – | 1,90 | – | 13,49 | – | 0,69 | – | 0,48 | – |
| 2 | 2,07 | +1,47 | 2,71 | +42,63 | 19,69 | +45,96 | 1,13 | +63,77 | 0,51 | +6,25 |
| 3 | 2,15 | +5,39 | 2,87 | +51,05 | 18,38 | +36,25 | 0,73 | +5,80 | 0,49 | +2,08 |
| 4 | 2,11 | +3,43 | 1,99 | +4,74 | 18,50 | +37,14 | 0,84 | +21,74 | 0,50 | +4,17 |
| 5 | 2,29 | +12,25 | 2,76 | +45,26 | 19,92 | +47,66 | 0,96 | +39,13 | 0,53 | +10,42 |
| 6 | 2,08 | +1,96 | 2,64 | +38,95 | 18,49 | +37,06 | 0,97 | +40,58 | 0,51 | +6,25 |
| 7 | 2,59 | +26,96 | 3,21 | +68,95 | 21,71 | +60,93 | 1,14 | +65,22 | 0,51 | +6,25 |
| НСР ₀₅ 0,04 | | | 0,09 | | 1,23 | | 0,08 | | 0,06 | |

К азоту гречиха менее требовательна, чем к фосфору и калию. Избыток азота задерживает созревание и резко снижает плодообразование. Поступившие в растения минеральные формы азота проходят сложный цикл превращения, в конечном итоге включаясь в состав органических азотистых соединений: аминокислот, амидов и, наконец, белка. Условия азотного питания оказывают большое влияние на рост и развитие растений. При достаточном снабжении растений азотом в них усиливается синтез органических азотистых веществ. Растения образуют мощные листья и стебли с интенсивно-зеленой окраской, хорошо растут и кустятся; улучшается формирование и развитие органов плодоношения. В результате резко повышаются урожайность и содержание белка в нем. Однако при одностороннем избытке азота задерживается созревание растений, они образуют большую вегетативную массу. При недостатке азота ухудшаются формирование и развитие репродуктивных органов и налив зерна, сильно снижаются урожай и содержание белка в нем [9]. Высокое содержание азота отмечено в вариантах с обработкой семян наносуспензией биогумуса – 2,33 % (прирост к фону 60,69 %). Содержание общего азота по данным исследований в составе биогумуса составляет 1,0–2,07 %. Обработка семян наносуспензией наносапропеля способствовала накоплению азота в зерне. Содержание общего азота в зерне гречихи составило 2,21 % (прирост к фоновым значениям 52,41 %). Содержание общего азота в сапропеле равно 1,56–2,04 %, при этом легкогидролизуемый азот составляет более половины от общего, нитратного практически нет, что важно для получения продукции высокого качества. В сапропеле он находится преимущественно в амидной и аминной формах, которые при минера-

лизации постепенно переходят в аммиачную и действуют пролонгированно. Накопление азота в зерне связано с рядом биохимических процессов в растении: усвоения подвижного фосфора из почвы, дополнительного обогащения семян и растений, отток элемента из вегетативных в генеративные органы и т.д.

По содержанию белка и незаменимых аминокислот гречка превосходит большинство зерновых культур. Количество белка в зерне в вариантах с предпосевной обработкой семян суспензиями наноглауконита и нанобиогумуса было максимальным и составило 12,9 и 13,53 % соответственно. Варианты с использованием макросуспензий уступают по содержанию белка в зерне аналогичным наноструктурированным суспензиям на 2,81–4,46 %. Содержание азота и, следовательно, белка в зерне овса преобладает в вариантах с обработкой семян суспензией нанобиогумуса, превышение показателей относительно обработки чистой суспензией биогумуса составило 61,3 и 17,4 %. Увеличение азота и белка к фону соразмерно 68,95 и 60,93 %. Содержание элементов у пленчатого овса значительно ниже.

Установлено, что с момента прорастания семян и выхода семядолей на поверхность растения гречихи нуждаются в легкоусвояемых солях фосфорной кислоты, которых в это время в почве недостает. Неразвившаяся корневая система не способна еще разлагать труднорастворимые формы фосфатов почвы. Поэтому какое-то время молодые растения могут испытывать фосфорный голод, что отрицательно влияет на их последующее развитие и продуктивность. Использование для предпосевной обработки наносапропеля положительно отразилось на содержании фосфора в зерне гречихи. В органических удобрениях часть фосфора находится в виде органических фосфатов, более подвижных, поэтому растения оказались отзывчивы к внесению элемента в виде обработок, и коэффициент поглощения его был максимальным. Содержание фосфора в изучаемых составах глауконита составляло 9,7 %, сапропеля – 0,5–0,7 %, биогумуса – 1,0–2,56 %. Рассматривая качество зерна гречихи (см. табл. 1), можно видеть, что содержание фосфора, в зависимости от обработки семян, выше в варианте с использованием наносуспензии сапропеля – 0,64 % (прибавка к фону 33,3 %). В опыте с овсом показатель фосфора в зерне доминировал в варианте с использованием нанобиогумуса и глауконита. Прибавка относительно макросуспензии биогумуса составила 35,7 %, а относительно фона – 65,2 %.

Калий – один из основных элементов минерального питания растений, поступает в растение в виде иона K^+ . Он регулирует водный обмен клетки, повышая водоудерживающую способность протоплазмы, тем самым увеличивая устойчивость растений к кратковременному завяданию. Большая часть калия (70 %) находится в клеточном соке в свободной ионной форме и легко извлекается холодной водой, а остальные 30 % – в поглощенном состоянии на поверхности клеток. В отличие от азота и фосфора калий не входит в состав белков и других органических соединений клетки. Он способствует передвижению продуктов ассимиляции, повышает поглощение азота и ускоряет синтез белков. Нормальное питание растений калием способствует увеличению гибкости и прочности стебля, повышает устойчивость к грибным заболеваниям [10].

Содержание K_2O (% к общей массе) в среднем в зерне гречихи составляет 0,27 %, в зерне овса – 0,50 % [11]. В опыте массовая доля калия в зерне гречихи колеблется в пределах 0,13–0,21 %, а в зерне овса – 0,48–0,53 %. Отмечена тенденция возрастания элемента в вариантах с применением глауконита. Содержание K_2O в исходном сырье составляет 1,8 %, в то время как в сапропеле и биогумусе оно около 0,6 %. Использование наноструктурной суспензии увеличило содержание калия на 40 % у гречихи и на 3,9 % у овса относительно вариантов с макроаналогами. Обработка семян водными растворами нанобиогумуса и наносапропеля эффективнее аналогичных макросуспензий и способствовала повышению элемента на 13,3–20,0 и 2,0–4,08 % соответственно. Использование наноструктурных суспензий, за счет более мелких составляющих частиц и их равномерного распределения, ускорило начальный период онтогенеза путем повышения доступности калия проросткам и растениям гречихи и овса, оказав стимулирующий и питательный эффект [13–15]. Создались благоприятные условия для жизнедеятельности культур в течение всего вегетационного периода.

Таким образом, использование водных наноструктурных суспензий глауконита, сапропеля и биогумуса способствовало улучшению качества зерна гречихи и овса в сравнении с суспензиями макроаналогов. Диффузная пропитка семян нанобиогумусом увеличила содержание азота и белка в зерне культур на 25,3–61,3 и 14,6–17,4 % соответственно. Обработка семян суспензией наносапропеля привела к обогащению зерна гречихи зольными элементами и фосфором, прибавка к макросуспензии составила 5,5 и 18,5 % соответственно. Содержание

калия в зерне возросло при использовании наноглауконита на 3,9 % у овса и на 40 % у гречихи.

Обогащение зерна элементами питания в наноструктурной форме ощутимо повысило качественные показатели зерна по сопоставлению с фоном без обработки семян. Обработка водными суспензиями нано-биогумуса увеличила содержание азота и белка в зерне гречихи на 60,7 и 58,2 %, в зерне овса – на 68,9 и 60,9 % соответственно. Суспензия наносапропеля обогатила зерна гречихи зольными элементами и фосфором, прирост к фоновым значениям составил 19,9 и 33,3 % соответственно. Обработка наноглауконитом увеличила количество калия в зернах овса и гречихи на 10,4 и 61,5 % соответственно по культуре.

Список литературы

1. Суханова И.М. Агроэкологическая роль биогумуса на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан: дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 2004. – 200 с.
2. Игонин А.М. Черви – Биогумус – Урожай // Нива Татарстана. – 2000. – № 4. – С. 29–30.
3. Агроэкологическая оценка биогумуса / Г.Е. Мерзлая, А.А. Лежнина, Г.А. Зябкина // Химия в сельском хозяйстве. – 1994. – № 4. – С. 12.
4. Научное обоснование получения наноструктурных и нанокомпозитных материалов и технологии их использования в сельском хозяйстве / А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев, И.А. Яппаров, А.М. Ежкова, И.А. Дегтярева, В.О. Ежков [и др.]. – Казань, 2014. – 302 с.
5. Нанотехнологии в сельском хозяйстве: научное обоснование получения и технологии использования наноструктурных и нанокомпозитных материалов / А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев, И.А. Яппаров [и др.]. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 252 с.
6. Исследования в области нанобиотехнологий в сельском хозяйстве и международное сотрудничество с Социалистической Республикой Вьетнам / И.А. Яппаров, А.А. Лукманов, А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев [и др.]. – Казань: Центр инновационных технологий, 2017. – 320 с.
7. Технологические приемы эффективного использования местных агроминералов в земледелии Республики Татарстан / Т.Х. Ишкаев, А.Х. Яппаров, Ш.А. Алиев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2010. – 112 с.
8. Ягодин Б.А. Практикум по агрохимии. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 117.
9. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

10. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 688 с.
11. Справочник агрохимика / Д.А. Кореньков [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 286 с.
12. Кадырова Ф.З. Возделывание гречихи в Республике Татарстан / Татар. научно-исслед. ин-т сел. хоз. – Казань, 2001. – 32 с.
13. Влияние органоминеральных удобрений и их наноструктурных аналогов на качество гречихи / И.М. Суханова, Р.Р. Газизов, А.М. Ежкова, Л.М.-Х. Биккинина // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия: материалы науч.-практ. конф. – Курск, 2016. – С. 277–280.
14. Влияние наноструктурной водно-фосфоритной и водно-фосфоритной суспензий на урожайность гречихи / И.М. Суханова, Н.Ш. Хисамутдинов, Р.Р. Газизов, Л.М.-Х. Биккинина // Агрохимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 31–33.
15. Действие органо-минеральных суспензий и наносуспензий на структуру урожая и содержание зольных элементов / И.М. Суханова, И.А. Яппаров, Р.Р. Газизов, Л.М.-Х. Биккинина, В.В. Сидоров, Г.Х. Нуртдинова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2018. – № 2. – С. 23–34.

References

1. Sukhanova I.M. Agroekologicheskaya rol' biogumusa na serykh lesnykh pochvakh Predkam'ia Respubliki Tatarstan [Agroecological role of biohumus on gray forest soils of the Precambrian Republic of the Republic of Tatarstan]. Ph. D. thesis. Kazan', 2004, 134 p.
2. Igonin A.M. Chervi – Biogumus – Urozhai [Worms – Biohumus – Harvest]. *Niva Tatarstana*, 2000, no. 4, pp.29-30.
3. Merzlaia G.E., Lezhnina A.A., Ziabkina G.A. Agroekologicheskaya otsenka biogumusa [Agroecological assessment of biohumus]. *Khimiia v sel'skom khoziaistve*, 1994, no. 4, P.12.
4. Iapparov A.Kh., Aliev Sh.A., Iapparov I.A., Ezhkova A.M. et al. Nauchnoe obosnovanie polucheniia nanotrukturnykh i nanokompozitnykh materialov i tekhnologii ikh ispol'zovaniia v sel'skom khoziaistve [Scientific substantiation of obtaining nanostructural and nanocomposite materials and technology of their use in agriculture]. Kazan', 2014, P.30.
5. Iapparov A.Kh., Aliev Sh.A., Iapparov I.A. et al. Nanotekhnologii v sel'skom khoziaistve: nauchnoe obosnovanie polucheniia i tekhnologii ispol'zovaniia nanostrukturnykh i nanokompozitnykh materialov [Nanotechnologies in agriculture: the scientific justification for obtaining and technology of using nanostructured and nanocomposite materials]. Kazan', Tsentr innovatsionnykh tekhnologii, 2013, 252 p.

6. Iapparov I.A., Lukmanov A.A., Iapparov A.Kh., Sh.A. Aliev et al. Issledovaniia v oblasti nanobiotekhnologii v sel'skom khoziaistve i mezhdunarodnoe sotrudnichestvo s sotsialisticheskoi respublikoi V'etnam [Studies in the field of nanobiotechnology in agriculture and international cooperation with the socialist republic Vietnam]. Kazan', Tsentr innovatsionnykh tekhnologii, 2017, 320 p.

7. Ishkaev T.Kh., Iapparov A.Kh., Aliev Sh.A. Tekhnologicheskie priemy effektivnogo ispol'zovaniia mestnykh agromineralov v zemledelii Respubliki Tatarstan [Technological methods of effective use of local agronomineral in agriculture of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Tsentr innovatsionnykh tekhnologii, 2010, 112 p.

8. Iagodin B.A. Praktikum po agrokhimii [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Agropromizdat, 1987, 117p.

9. Smirnov P.M., Muravin E.A. Agrokhimiia [Agrochemistry]. 2nd ed. Moscow, Kolos, 1984, 304p.

10. Mineev V.G. Praktikum po agrokhimii [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Izd-vo MGU, 2001, 688 p.

11. Koren'kov D.A. Spravochnik agrokhimika [Reference book of agrochemist]. Moscow, Rossel'khozizdat, 1980, 33p.

12. Kadyrova F.Z. Vozdelyvanie grechikhi v Respublike Tatarstan [Buckwheat cultivation in the Republic of Tatarstan]. Kazan', Tatarskii nauchno issledovatel'skii institut sel'skogo khoziaistva, 2001, 32 p.

13. Sukhanova I.M., Gazizov R.R., Ezhkova A.M., Bikkinina L.M.-Kh. Vliianie organomineral'nykh udobrenii i ikh nanostrukturnykh analogov na kachestvo grechikhi [Influence of organomineral fertilizers and their nanostructured analogs on the quality of buckwheat]. *Aktual'nye problemy pochvovedeniia, ekologii i zemledeliia. Materialy Nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Kursk, 2016, pp. 277-280.

14. Sukhanova, I.M., Khisamutdinov N.Sh., Gazizov R.R., Bikkinina L.M.-Kh. Vliianie nanostrukturnoi vodno-fosforitnoi i vodno-fosforitnoi suspenzii na urozhainost' grechikhi [Effect of nanostructured water-phosphorite and water-phosphorite suspensions on buckwheat yield]. *Agrokhimicheskii vestnik*, 2016, no. 1, pp.31-33.

15. Sukhanova I.M., Iapparov I.A., Gazizov R.R., Bikkinina L.M.-Kh., Sidorov V.V., Nurtdinova G.Kh. Deistvie organo-mineral'nykh suspenzii i nanosuspenzii na strukturu urozhaiia i sodержanie zol'nykh elementov [Effects of organo-mineral suspensions and nanosuspensions on the structure of the crop and the content of ash elements]. *Vestnik PNIPU. Khimicheskaiia tekhnologiia i biotekhnologiia*, 2018, no. 2, pp.23-34.

Получено 03.10.2018

Об авторах

Суханова Ирина Михайловна (Казань, Россия) – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ученый секретарь, Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН (420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20 а; e-mail:1086ab@rambler.ru).

Яппаров Ильдар Ахтамович (Казань, Россия) – доктор биологических наук, руководитель, Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН (420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20 а; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Газизов Расим Рашидович (Казань, Россия) – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя, Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН (420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20а; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Биккинина Лилия Мухаммед Харисовна (Казань, Россия) – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, ведущий научный сотрудник, Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН (420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20а; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Нуртдинова Гузаль Хасановна (Казань, Россия) – младший научный сотрудник, Татарский НИИАХП – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН (420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, 20а; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

About the authors

Irina M. Sukhanova (Kazan, Russian Federation) – Ph.D. of Biological Sciences, Leading Scientific Researcher, Scientific Secretary, TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS (20a, Orenburg tract, Kazan, 420059; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Ildar A. Yapparov (Kazan, Russian Federation) – Doctor of Biological Sciences, leader, TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS (20a, Orenburg tract, 4 Kazan, 20059; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Rasim R. Gazizov (Kazan, Russian Federation) – Ph.D. in Agricultural Sciences, deputy head, TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS (20a, Orenburg tract, Kazan, 420059; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Lilia M.-H. Bikkinina (Kazan, Russian Federation) – Ph.D. in Agricultural Sciences, Head of Laboratory, Leading Researcher, TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS (20a, Orenburg tract, Kazan, 420059; e-mail: niiaxp2@mail.ru).

Guzal Kh. Nurtdinova (Kazan, Russian Federation) – Yuniior Researcher, TatarSRIAC SS – Subdivision of FIC KazanSC of RAS (20a, Orenburg tract, Kazan, 420059; e-mail: niiaxp2@mail.ru).