

usloviyakh stepnoy zony Tsentralnogo Predkavkazya: monografiya. – Stavropol, 2010. – 190 s.

2. Usanbaev N.Kh. i dr. Organomineralnye udobreniya na osnove burogo uglya i fosforitov i ikh effektivnost na khlopchatnike // Plodorodie. – 2017. – No. 1. – S. 21-23.

3. Garmash G.A., Garmash N.Yu., Berestov A.V. // Agrokhimicheskii vestnik. – 2013. – No. 2. – S. 11-13.

4. Arziev Zh.A. Izuchenie effektivnosti deystviya gumino-mineralnykh udobreniy i gumatov pod khlopchatnik // Izvestiya NAN KR. – 2009. – No. 4. – S. 194-199.

5. Zholdosheva T.B., Sabitov E.V., Arziev Zh.A. Issledovaniya fiziko-khimicheskikh kharakteristik

glaukonita mestorozhdeniya Kyzyl-Tokoy // Izvestiya Oshskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2015. – No. 2. – S. 51-55.

6. Zhorobekova Sh.Zh., Arziev Zh.A., Zholdoshev B.S. Vliyanie kompleksnykh gumatizirovannykh mineralnykh udobreniy na rost, razvitie i urozhaynosti khlopchatnika sorta «Kyrgyzskaya-5» // Nauka, obrazovanie, tekhnika. Kyrgyzsko-Uzbekskiy univervisitet. – Osh, 2016. – No. 2. – S. 87-97.

7. Metodika polevykh i vegetatsionnykh opytov s khlopchatnikom v usloviyakh orosheniya / red: M.A. Belousov, Z.S. Tursunkhodzhaev, M.P. Mednis i dr. – 4-e izd., dop. – Tashkent: Izd. soyuz NIKhI, 1973. – 225 s.



УДК 631.31

В.И. Беляев, Г.А. Макаров
V.I. Belyayev, G.A. Makarov

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

AGRONOMIC EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS APPLICATION IN THE EASTERN ZONE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: минеральные удобрения, технология «No-Till», яровая пшеница, качество посева, водный режим почвы, структура урожая, качество зерна, экономическая эффективность.

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур в современных технологиях возделывания базируется на использовании современной техники, применении минеральных удобрений, средств защиты растений и других средств интенсификации. Поэтому очень важным является отработка зональных агротехнологий, обеспечивающих рациональное использование агроклиматического потенциала почв и рост рентабельности производства зерна. В Алтайском крае за последние годы наметилась тенденция увеличения использования минеральных удобрений, в т.ч. жидких с микроэлементами на основе экономического подхода. Поэтому обоснование видов и доз внесения удобрений и микроэлементов является особенно актуальным. Приведены результаты закладки полевого опыта по сравнению 3 видов удобрений производства компании «ФоаАгро» при возделывании яровой пшеницы в условиях Восточной зоны

края по технологии «No-Till». Дана комплексная оценка вариантов опытов, включая качество посева, водный режим почвы, структуру урожая и качество зерна. Выявлены общие закономерности формирования урожая, приведена технико-экономическая оценка сравниваемых вариантов удобрений.

Keywords: mineral fertilizers, No-Till technology, spring wheat, sowing quality, soil water regime, yield formula, grain quality, economic efficiency.

Increasing crop yields in modern cultivation technologies is based on the use of modern equipment and the application of mineral fertilizers, plant protection products and other means of intensification. Therefore, it is very important to develop zonal agro-technologies that ensure the rational use of the agro-climatic potential of soils and increase the profitability of grain production. In recent years in the Altai Region there has been a tendency to increase the application of mineral fertilizers including liquid fertilizers with trace elements on the basis of an economic approach. Therefore, the justification of the types and doses of fertilizers and trace

elements is particularly relevant. This paper presents the results on the field experiment which compared 3 types of fertilizers produced by FosAgro Company applied in spring wheat No-Till cultivation in the eastern zone of the Altai Region. A comprehensive evaluation of the experiment variants

is presented; it included sowing quality, soil water regime, crop yield formula and grain quality. The general regularities of harvest formation are revealed, the technical and economic evaluation of the compared fertilizer options are presented.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Макаров Григорий Анатольевич, вед. специалист агрономической службы, АО «Апатит», г. Москва. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Belyayev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Makarov Grigoriy Anatolyevich, Leading Specialist of Agronomical Service, AO "Apatit", Moscow. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Введение

Повышение урожайностей сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции в современных технологиях возделывания базируется на использовании современной техники, применении минеральных удобрений, средств защиты растений и других средств интенсификации [1, 3-5]. Поэтому очень важным является отработка зональных элементов агротехнологий на основе перспективных технико-технологических комплексов машин, обеспечивающих рациональное использование агроклиматического потенциала почв и рост рентабельности производства зерна. В Алтайском крае за последние годы наметилась тенденция увеличения использования минеральных удобрений, в т.ч. жидких с микроэлементами на основе экономического подхода. Поэтому обоснование видов и доз внесения удобрений и микроэлементов является особенно актуальным [2, 6-8].

Объекты и методы

Цель исследования – повышение эффективности применения минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы в Восточной зоне Алтайского края.

Задачи:

- 1) провести закладку полевых опытов с различными вариантами минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы;
- 2) исследовать влияние удобрений на режим влажности почвы, развитие растений пшеницы, формирование урожая и качество зерна;

3) дать сравнительную агротехническую оценку эффективности применения различных вариантов минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы.

Весной 2018 г. в ООО «Вирт» Целинного района Алтайского края заложен полевой опыт по сравнению 3 вариантов применения гранулированных удобрений при возделывании яровой пшеницы.

В основу закладки опыта положена сумма издержек на удобрения в размере 2000 руб/га по каждому варианту.

Сравниваемые варианты внесения удобрений при посеве

1. Контроль – аммиачная селитра N_{34} (марки Б, ГОСТ 2-2013) в дозе 132 кг ф.в/га. Удобрение вносилось в почву при посеве.

2. Удобрение азотно-фосфорное серосодержащее марки $N_{20}P_{20}(S_{14})$ (ТУ 2186-684-00209438-0) в дозе 75 кг ф.в/га + Карбамид N_{45} (марки Б, ГОСТ 2081-2010) в дозе 28 кг ф.в/га. Удобрение азотно-фосфорное серосодержащее марки $N_{20}P_{20}(S_{14})$ вносилось в почву при посеве, карбамид N_{46} – в растворённом виде по вегетации при проведении химической обработки посевов.

3. Удобрение азотно-фосфорно-калийное $N_{15}P_{15}K_{15}(S_{11})$ (ТУ 2186-689-00209438-09) в дозе 85 кг ф.в/га + Карбамид N_{45} в дозе 22 кг ф.в/га. Удобрение азотно-фосфорно-калийное $N_{15}P_{15}K_{15}(S_{11})$ вносилось в почву при посеве, карбамид N_{46} – в растворённом виде по вегетации при проведении химической обработки посевов.

Опыт заложен в рамках научного сотрудничества с компанией «ФосАгро-СевероЗапад», которой были предоставлены удобрения производства Череповецкого филиала АО «Апатит» (группа «ФосАгро») для закладки полевого опыта (рис. 1).

Площадь делянки составляла 2,4 га, ширина делянки 24,0 м. Повторность опытов принята 3-кратной. Общая площадь делянок 21,6 га. Остальная часть поля возделывалась по традиционной технологии для хозяйства.

Предшествующая культура – горох. Посев выполнялся агрегатом JD 6195M+DMC-6000 (рис. 2).

Закладка опыта проведена 21 мая 2018 г. На делянках высевался сорт яровой пшеницы Алтайская 75, ЭС. Чистота 99,8%, влажность 11,4%, $M_{1000} = 40,2$ г, лабораторная всхожесть 97%, энергия прорастания 96%. Норма высева 180 кг/га.

Перед посевом семена протравливались смесью препаратов «Оплот Трио» (0,5 л/т) + «Систива» (0,6 л/т) + «Агромикс» (0,15 кг/т) + «МаксифолРутфарм» (0,3 л/т) + «Табу Нео» (0,8 л/т).

Перед посевом (20 мая) на опытном поле проводилась обработка препаратом «Торнадо» в дозе 1,5 л/га с «Деймос» в дозе 0,1 л/га.



Рис. 1. Схема закладки опыта



Рис. 2. Посевной агрегат на базе сеялки DMC-6000

По вегетации (18 июня) выполнялась гербицидная обработка посевов пшеницы баковой смесью «Балерина» (0,3 л/га) + «Бомба» (0,017 кг/га) + «Брейк» (0,1 л/га) + «Мастер» (2,0 кг/га) на 200 л воды. Совместно в растворе с этими препаратами на делянках, согласно схеме опыта, вносился карбамид.

Фунгицидная обработка посевов проводилась 11 июля баковой смесью «Пума 100» (0,75 кг/га) + «Абакус Ультра» (1,3 л/га) + «Борей Нео» (0,2 л/га) + «Мастер» (2 кг/га).

Пробы биологического урожая отбирали 4 сентября 2018 г. Комбайновая уборка выполнялась 22 сентября зерноуборочным комбайном «JD-9670».

Замеряемые в опытах показатели. В весенний период на опытных полях определялась влажность почвы по слоям (с интервалом 10 см) до 1 м и запасы влаги в метровом слое прибором НН-2 в 1-кратной повторности по каждой делянке (рис. 3).



Рис. 3. Влагомер НН-2 «Delta-T Devices»

На период уборки проводился отбор проб урожая по делянкам, определялись влажность почвы по слоям, запасы влаги в метровом слое, высота растений и оценивались элементы структуры урожая: масса зерна в колосе, количество зерен в колосе, масса 1000 зерен. Качество зерна (клейковина, протеин, ИДК, натура, влажность) устанавливалось прибором «Инфралюм ФТ-10» (рис. 4).

Глубина заделки семян и высота растений определялись в 15-кратной повторности на каждой делянке, а количество всходов – по трем рядкам посева длиной 1 м.

Отбор проб биологического урожая выполнялся на делянках метрочками (1×1 м) в 3-кратной повторности. Комбайновый учет урожая проводился по каждой делянке на всей площади.



Рис. 4. Анализатор инфракрасный «Инфралюм» ФТ-10

Условия проведения полевого опыта. ООО «Вирт» расположено в Восточной зоне Алтайского края. Среднее многолетнее количество и температур, их распределение за вегетационный период по данным ближайшей метеостанции (с. Целинное) представлены в таблицах 1, 2.

Таким образом, за май-август количество осадков в условиях года было ниже среднего многолетнего на 37,2 мм (15,0%), а средняя температура ниже на 0,7 (4,2%). Причем, если в мае выпало осадков в 2,12 раза выше нормы, то в июне-августе – всего 66-32% от нормы. Наиболее холодным был май (средняя температура 67% от нормы), в остальные месяцы средняя температура составляла 94-115% от нормы.

Таблица 1

Количество осадков за вегетационный период в 2018 г.

Месяц	Сумма осадков по декадам, мм			Всего, мм	Среднее мног., мм	В % от среднего мног.
	I	II	III			
Май	42	23	43	108	50,9	212
Июнь	5	1	42	48	72,6	66
Июль	3	0,4	33	36	64,5	56
Август	0,5	11	7	19	60,2	32
Всего				211	248,2	

Таблица 2

Средние температуры за вегетационный период в 2018 г.

Месяц	Средние температуры по декадам, °С			Всего, мм	Среднее мног., град.	В % от среднего мног.
	I	II	III			
Май	6,9	6,9	12,5	8,9	13,3	67
Июнь	18,7	19,7	21,9	20,1	17,5	115
Июль	17,5	20,0	16,9	18,1	19,2	94
Август	16,7	17,9	16,6	17,1	17,0	101
В среднем				16,1	16,8	

Таблица 3

Влажность почвы и запасы влаги по слоям до глубины 100 см

Слой почвы, см, и влажность, %									
0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
38,6	38,1	36,8	34,6	31,5	35,0	29,3	28,3	31,3	22,9
Слой почвы, см, и запасы влаги, мм									
0-10	0-20	0-30	0-40	0-50	0-60	0-70	0-80	0-90	0-100
38,6	76,7	113,5	148,1	179,6	214,6	243,9	272,2	303,5	326,3

По состоянию на 21 мая влажность почвы и запасы влаги по слоям до 1 м распределялись следующим образом (табл. 3).

Общие запасы влаги в метровом слое почвы составили 326,3 мм и были очень высокими. Обеспеченность почвы на опытном поле элементами питания была следующая (протокол испытаний Центра агрохимической службы «Алтайский» от 4 июля 2018 г.): N-NO₃ (ГОСТ 26951-86) –

15,5 мг/кг, P₂O₅ (ГОСТ 26204-91) – 198,8 мг/кг, K₂O (ГОСТ 26204-91) – 64,2 мг/кг, S (ГОСТ 26490-85) – 5,1 мг/кг, рН солевая (ГОСТ 26483-85) – 5,4, гумус (ГОСТ 26213-85) – 6,1%. Согласно классификации это соответствует следующим уровням обеспеченности почвы: азот – высокое, фосфор – высокое, калий – среднее, гумус – высокое, сера – низкое. Реакция почвы – слабокислая.

Результаты и их обсуждение

В среднем по сравниваемым вариантам глубина заделки семян составила 39,2-45,1 мм, отклонение – 4,3-7,1 мм, а вариация – 11,0-20,0%. Равномерность заделки семян была невысокой, хотя и средняя глубина различалась на 5,9 мм. На наш взгляд, это обусловлено высокой влажностью почвы при посеве. При этом среднее количество всходов по вариантам опытов находилось в пределах 252,9-279,3 шт/м² при отклонениях 17,6-25,4 шт/м² и вариации 6,6-9,9%. Т.е. равномерность всходов по рядкам посевов получена удовлетворительной.

В среднем по сравниваемым удобрениям максимальная величина получена в варианте 1 (64,3%), а минимальная – в варианте 3 (58,3%). Различия 9,3% в относительном выражении.

Среднее по вариантам опыта количество сохранившихся растений к уборке находилось в пределах 227,9 шт/м² (вариант 3) – 243,6 шт/м² (вариант 2). Различия 6,8%.

Сохранность растений пшеницы к уборке по вариантам изменялась в пределах 82,7% (вариант 1) – 90,6% (вариант 3). В итоге, количество продуктивных стеблей по делянкам значимо не различалось: 312,1 шт/м² (вариант 1) – 318,6 шт/м² (вариант 2).

Продуктивная кустистость растений пшеницы по вариантам опыта различалась в пределах 5 % и находилась в пределах 1,30 (вариант 2) – 1,36 (варианты 1 и 3).

Анализ водного режима почвы показывает, что по состоянию на 17 июня общие запасы влаги в метровом слое почвы на делянках находились в пределах 227,2 мм (делянка 2) – 262,4 мм (делянка 8). В среднем по третьему варианту опыта N₁₅P₁₅K₁₅(S₁₀) запасы влаги минимальны (239,8 мм), а по вариантам 1 и 2 близки и выше на 4% (250,1 и 249,8 мм соответственно). В итоге за первый период наблюдений (21 мая – 17 июня) расход влаги из метрового слоя почвы по делянкам был высоким и изменялся от 66,9 мм (делянка 5) до 99,1 мм (делянка 2), что составляет в среднем от 1,76 мм/день до 2,61 мм/день. В среднем по вариантам удобрений 1 и 2 наблюдали

близкий расход влаги (76,2 и 76,5 мм соответственно, или 2,01 мм/день), а по варианту 3 – значимо выше (86,5 мм, или 2,28 мм/день).

По состоянию на 4 сентября запасы влаги в метровом слое почвы по делянкам составляли от 209,0 мм (делянка 2) до 249,4 мм (делянка 5). В среднем максимальная величина получена на варианте с аммиачной селитрой N₃₄ (234,1 мм), а минимальная – на варианте с сульфоаммофосом N₂₀P₂₀(S₁₄) (223,2 мм). Различия в пределах 5%.

За второй период наблюдений (17.06-04.09) расход влаги из метрового слоя почвы на делянках получен от 4,5 мм (делянка 7) до 41,1 мм (делянка 6). Средняя величина по вариантам удобрений была невысокой и изменялась от 13,6 мм (вариант 3) до 26,6 мм (вариант 2), или 0,17 и 0,34 мм/день соответственно.

В целом за вегетацию наибольший расход влаги из метрового слоя получен на делянке 2 (117,3 мм), а минимальный – на делянке 5 (76,9 мм). В среднем по вариантам удобрений максимальная величина составила 103,1 мм (вариант 2), а минимальная – 92,2 мм (вариант 1), различия в пределах 12%.

Как показывает анализ, отдельные элементы структуры урожая пшеницы обладали различной изменчивостью: наибольшая вариация по делянкам наблюдалась у общей биомассы растений (18,5%), массы зерна в колосе (16,6%), количества продуктивных стеблей и количества зерен в колосе (14,7%), а минимальная – у средней высоты растений (5,1%) и массы 1000 зерен (7,9%), далее, количество растений к уборке (11,2%), урожай (11,6%) и масса колосьев (12,2%).

В среднем по варианту 1 применения удобрений получены минимальные значения массы 1000 зерен (39,2 г), высоты растений (117,5 см), массы 1 колоса (1,61 г) и зерна в нем (1,20 г). Соответствующие показатели по варианту 3 были максимальны: 44,6 г, 124,5 см, 1,75 г и 1,34 г. При этом в варианте 1 была наибольшая биомасса растений (142,6 ц/га) и количество зерен в колосе (31,0 шт.) против 110,5 ц/га и 28,5 шт. по варианту 3 соответственно.

В итоге величина биологической урожайности пшеницы по вариантам 1 и 2 была практически одинаковой и составила 37,9 и 38,0 ц/га соответственно, а по варианту 3 ниже – 1,3 и 1,4 ц/га (36,6 ц/га). Различия с 3-м вариантом на границе статистической достоверности.

Изменчивость показателей качества зерна по делянкам была ниже, чем элементов структуры урожая. Так, максимальная вариация получена по содержанию клейковины (9,7%), далее, содержание протеина (6,6%) и ИДК (6,1%), а минимальные значения у природы зерна (2,4%) и его влажности (3,3%).

В среднем по качеству зерна преимущество имел вариант 3: содержание клейковины и протеина максимально (31,6 и 14,3% соответственно), но при этом ИДК и натура зерна были наименьшие (80,1 ед. и 811,7 г/л). У варианта 1 содержание клейковины и протеина минимальное (27,9 и 13,4% соответственно), а ИДК и натура – наибольшие (84,4 ед. и 832,3 г/л).

Проведение технико-экономической оценки сравниваемых вариантов удобрений базируется на двух основных выходных показателях: биологической урожайности и качестве зерна, т.к. денежные инвестиции в удобрения были одинаковы.

Анализ биологической урожайности яровой пшеницы по сравниваемым вариантам удобрений показал, что различия находились в пределах погрешности измерений (доверительный интервал для среднего 36,0-39,0 ц/га). По качеству зерна пшеницы достоверное преимущество имел вариант 3 (клейковина – 31,6%, протеин – 14,3%). Но при этом качество зерна соответствует 2-му классу по всем вариантам.

Выводы

1. Определяющим фактором формирования физической урожайности яровой пшеницы в условиях года являлись общие запасы влаги в метровом слое почвы. Их увеличение приводило к пропорциональному росту урожая.

2. В условиях проведения полевого опыта из вносимых в почву элементов питания по вариантам удобрений наиболее значимое влияние на

структуру урожая оказал нитратный азот. Замещение его другими (P, K, S) приводило к снижению физического урожая пшеницы. Различия в величине урожая по вариантам опыта находились на границе статистической достоверности. Однако на вариантах с применением комплексного питания яровой пшеницы повышалось содержание протеина и клейковины.

3. Индекс качества зерна (ИДК) по вариантам опытов изменялся обратно пропорционально расходу влаги из метрового слоя почвы на единицу биологического урожая пшеницы. С его увеличением ИДК снижался.

4. Ввиду заранее определённых ограничений затрат на удобрения на 1 га посевной площади по условиям опыта получен статистически равнозначный экономический эффект от применения удобрений по всем вариантам. С применением комплексных удобрений на варианте 3 (N₁₅P₁₅K₁₅(S₁₀) достигнуто достоверное увеличение качества зерна.

Библиографические источники

1. Беляев В.И., Вольнов В.В. Основные элементы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. – 2012. – № 1. – С. 6-10.
2. Беляев В.И., Соколова Л.В. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта и дозы внесения удобрений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 21-24.
3. Беляев В.И., Майнель Т., Кожанов С.А., Тиссен Р., Беляев В.В., Кожанов Н.А. Международный проект «Кулунда»: обоснование инновационных комплексов машин и технологий возделывания сельскохозяйственных культур для степной зоны Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2014. – Кн. 3. – С. 3-8.
4. Беляев В.И. Рациональные параметры технологии «No-Till» и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае // Вестник алтайской науки. – 2015. – № 1 (23). – С. 7-12.

5. Беляев В.И., Майнель Т., Грунвальд Л., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Штефан Э., Иллигер П., Кожанов Н.А., Рудев Н.В. Водный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур при различных технологиях возделывания в Кулундинской степи Алтайского края // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. – 2016. – Т. 24. – № 2. – С. 531-539. Журнал Webofscience.

6. Beljaev, V.I., Vol'nov, V.V., Sokolova, L.V., Kuznecov, V.N., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing techniques on the agroecological parameters of cereal crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, №7(2), с.130–136.

7. Belyaev, V.I., Rudev, N.V., Maynel, T., Kozhanov S.A., Sokolova L. V., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing aggregates for direct sowing, sowing seeding rates and doses of mineral fertilizers on spring wheat yield in the dry steppe of Altai Krai. *Ukrainian Journal of Ecology*, №7(4), с.145–150.

8. Беляев В.И., Соколова Л.В. Основные направления совершенствования сельскохозяйственной техники предприятий Алтайского кластера аграрного машиностроения для реализации берегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 7 (165). – С. 137-147.

References

1. Belyaev V.I., Volnov V.V. Osnovnye elementy resursoberegayushchikh tekhnologiy vozdelvaniya zernovykh kultur v Altayskom krae // Vestnik Altayskoy nauki. – 2012. – No. 1. – S. 6-10.

2. Belyaev V.I., Sokolova L.V. Urozhaynost yarovoy myagkoy pshenitsy v zavisimosti ot sorta i dozy vneseniya udobreniy // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 12 (98). – S. 21-24.

3. Belyaev V.I., Maynel T., Kozhanov S.A., Tissen R., Belyaev V.V., Kozhanov N.A. Mezhdunarod-

niy projekt «Kulunda»: obosnovanie innovatsionnykh kompleksov mashin i tekhnologiy vozdelvaniya selskokhozyaystvennykh kultur dlya stepnoy zony Altayskogo kraya // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik materialov: IX Mezhdunarodnoy nauchn.-prakt. konf. – Barnaul, 2014. – Kn. 3. – S. 3-8.

4. Belyaev V.I. Ratsionalnye parametry tekhnologii «No-Till» i pryamogo poseva pri vozdelvanii selskokhozyaystvennykh kultur v Altayskom krae // Vestnik Altayskoy nauki. – 2015. – № 1 (23). – S. 7-12.

5. Belyaev V.I., Maynel T., Grunvald L., Shmidt G., Bondarovich A.A., Shcherbinin V.V., Ponkina Ye.V., Matsyura A.V., Shtefan E., Illiger P., Kozhanov N.A., Rudev N.V. Vodnyy rezhim pochvy i urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur pri razlichnykh tekhnologiyakh vozdelvaniya v Kulundinskoy stepi Altayskogo kraya // Visnik Dnipropetrovskogo universitetu. Biologiya. Yekologiya. – 2016. – Т. 24. – No. 2. – S. 531-539.

6. Beljaev, V.I., Volnov, V.V., Sokolova, L.V., Kuznecov, V.N., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing techniques on the agroecological parameters of cereal crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, No. 7 (2), p. 130-136.

7. Belyaev, V.I., Rudev, N.V., Maynel, T., Kozhanov S.A., Sokolova L.V., Matsyura, A.V. (2017). Effect of sowing aggregates for direct sowing, sowing seeding rates and doses of mineral fertilizers on spring wheat yield in the dry steppe of Altai Krai. *Ukrainian Journal of Ecology*, No. 7 (4), p.145-150.

8. Belyaev V.I., Sokolova L.V. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya selskokhozyaystvennoy tekhniki predpriyatiy Altayskogo klastera agrarnogo mashinostroeniya dlya realizatsii sberegayushchikh tekhnologiy vozdelvaniya selskokhozyaystvennykh kultur // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 7 (165). – S. 137-147.

