

ЛИТЕРАТУРА

1. Волкова, Е. Лучшие комнатные растения / Е. Волкова // Иллюстрированная энциклопедия, 2014. – 224 с.
2. Костина-Кассанелли, Н. Красивоцветущие и декоративные растения / Н. Костина-Кассанелли. – 2015. – 230 с.
3. Лазарев, А. Пеларгония, сорта, формы и выращивание [Электронный ресурс] / А. Лазарев. – Режим доступа: <http://www.floraprice.ru/articles/home/pelargoniya-dushistaya.html>. – Дата доступа: 04.04.2020.

УДК 631.811.98:631.416.1

ВЛИЯНИЕ МИКРОБНОГО ПРЕПАРАТА БИОПРОДУКТИН НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ

**А. В. Свиридов, О. Ч. Коженевский, В. Н. Емельянова, А. А. Дудук,
Г. А. Жолик**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** препарат микробный Биопродуктин, содержание нитратного азота в почве.*

***Аннотация.** Применение микробного препарата Биопродуктин повышает обеспеченность озимого тритикале нитратным азотом в течение вегетации культуры. При этом увеличение содержания $N-NO_3$ в почве под действием Биопродуктина в засушливом 2019 году составило 0,7-4,3 мг/кг, а в 2020 – 0,1-2,5 мг/кг. Двукратное внесение Биопродуктина обеспечивает лучшее азотное питание озимого тритикале в течение более длительного периода, чем однократное внесение. Двукратное внесение Биопродуктина с соломой в целом равноценно применению компенсирующей дозы (40 кг/га) азотных удобрений с соломой. Совместное применение Биопродуктина и минерального азота в сочетании с соломой не имело существенного преимущества по действию на накопление $N-NO_3$ в почве по сравнению с отдельным их использованием.*

THE EFFECT OF THE MICROBIAL PREPARATION BIOPRODUCTIN ON THE DYNAMICS OF NITRATE NITROGEN CONTENT IN THE SOIL

A. V. Sviridov, O. C. Koschenevskiy, V. N. Emeljanova, A. A. Duduk,
G. H. Zholik

EI «Grodno state agrarian university»

Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *microbial preparation Bioproductin, the content of nitrate nitrogen in the soil.*

Summary. *The use of the microbial preparation Bioproductin increases the provision of winter triticale with nitrate nitrogen during the growing season of the crop. At the same time, the increase in the content of $N-NO_3$ in the soil under the action of Bioproductin in arid 2019 was 0.7-4.3 mg/kg, and in 2020 – 0,1-2,5 mg/kg. Double application of Bioproductin provides better nitrogen nutrition of winter triticale for a longer period than a single application. Double application of Bioproduct with straw is generally equivalent to the use of a compensating dose (40 kg / ha) of nitrogen fertilizers with straw. The combined use of Bioproductin and mineral nitrogen in combination with straw did not have a significant advantage in the effect on the accumulation of $N-NO_3$ in the soil compared to their separate use.*

(Поступила в редакцию 03.06.2022 г.)

Введение. В результате глобальной химизации в некоторых почвах отдельные виды микроорганизмов находятся на грани исчезновения [1]. Основными причинами, вызывающими чрезмерные потери гумуса из почв, является их интенсивная механическая обработка [2, 3] и ежегодное отчуждение с полей большого количества органической массы с урожаем основной и побочной продукции [4]. На данный момент решение проблемы возврата в почву с урожаем элементов минерального питания и отчуждённых органических веществ имеет особую актуальность. Если более 20 лет назад она в какой-то степени решалась за счёт внесения необходимого количества минеральных удобрений и использования подстилочного навоза, то в 2012 г. количество используемых на полях минеральных удобрений сократилось более чем в 5 раз, а количество вносимых органических удобрений снизилось в 7 раз [5, 6].

Процессы минерализации и гумификации органической массы соломы происходят при непосредственном участии почвенной биоты, в частности определённых видов микроорганизмов. Процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами, является одним из важнейших показателей плодородия почвы, определяющий уровень её биогенности. Причём каждый вид живых организмов участвует прямо

или косвенно преимущественно на определённом этапе деструкции органического вещества. В связи с этим существенное одностороннее увеличение или, наоборот, снижение численности живых организмов ведёт к нарушению обменных процессов в почве [7].

В настоящее время в мировом сельском хозяйстве наблюдается замена традиционных минеральных удобрений на «микробные» биопрепараты, что способствует снижению высоких доз химикатов за счёт замены их на более экологически чистые и экономически выгодные ресурсосберегающие технологии [8].

В последние годы созданы биопрепараты, применение которых обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [9]. Основные механизмы действия микроорганизмов на растения состоят в оптимизации азотного, фосфорного и калийного питания, стимуляции роста и развития (более быстрое развитие и созревание урожая), подавлении фитопатогенов (контроль за развитием болезней и снижение поражённости растений, улучшение хранения продукции), повышении коэффициентов использования элементов питания из удобрений и почвы, увеличении устойчивости растений к стрессовым условиям (дефицит атмосферных осадков, неблагоприятные температуры, повышенная кислотность, засоление или загрязнение почвы веществами различной природы).

Повышение биогенности почв за счёт интродукции полезных микроорганизмов в результате использования микробиологических препаратов является актуальной проблемой.

Цель исследований – изучить влияние микробного препарата Биопродуктин на динамику содержания нитратного азота в почве.

Материал и методика исследований. Полевые исследования с озимым тритикале (сорт Жыцень) были проведены в 2019-2020 гг. в условиях опытного поля УО «ГГАУ» на дерново-подзолистой связно-супесчаной почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 5,97-6,17, гумус – 1,97-2,31 %, P_2O_5 – 189-223 мг/кг, K_2O – 179-212 мг/кг. Микробный препарат Биопродуктин вносился вслед за уборкой предшественника (ярового ячменя) в дозе 3 л/га с последующей заделкой луцильником и по вегетирующим растениям озимого тритикале в фазу кушения - начала выхода в трубку.

Схема опыта:

1. NPK (отчуждение соломы)* – контроль⁴
2. NPK (отчуждение соломы);
3. NPK (измельчение соломы);
4. NPK (измельчение соломы) + N;
5. NPK (измельчение соломы) + N + Биопродуктин;

6. NPK (измельчение соломы) + Биопродуктин;

7. NPK (отчуждение соломы) + Биопродуктин.

*Примечание – * в первом варианте не применялась фунгицидная обработка против болезней листового аппарата*

Полевой опыт закладывался в соответствии с общепринятой методикой [11] в 4-кратной повторности методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 180 м² (6 x 30), учетная – 120 м² (4 x 30), расположение делянок систематическое.

Отбор почвенных образцов для агрохимических исследований проводили на глубину пахотного слоя в следующие сроки: до внесения минеральных удобрений и микробного препарата, через месяц после посева, возобновление весенней вегетации, выход в трубку, в фазу колошения озимого тритикале, после уборки урожая. Пробы отбирали на стационарных площадках на каждом варианте двух несмежных повторений и паровых площадках.

В почвенных пробах проводили определение показателей следующими методами:

- гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-84);
- кислотность обменная – на рН метре (ГОСТ 26483-85);
- содержание подвижного фосфора – по Кирсанову на фотоэлектрокалориметре (ГОСТ 26207-84);
- содержание обменного калия – по Кирсанову на пламенном фотометре (ГОСТ 26207-84);
- содержание нитратного азота – потенциометрическим методом.

Технология возделывания озимого тритикале, за исключением изучаемых элементов, выдерживалась в соответствии с рекомендациями технологических регламентов [10].

Климатические условия вегетационных периодов 2018-2020 гг. в целом были благоприятными как для формирования урожая тритикале озимого, так и для изучения влияния микробного препарата Биопродуктин на динамику содержания нитратного азота в почве.

Результаты исследований и их обсуждение. Наблюдения за содержанием нитратного азота в почве под растениями озимого тритикале показали, что общий характер динамики накопления N-NO₃ в почве на всех вариантах опытов существенно не отличался (рисунки 1-6). Содержание его после уборки предшественника (ячменя) варьировало в обоих опытах в пределах от 15,9 до 22,1 мг/кг в 2019 году и от 4,0 до 9,1 мг/кг в 2020 году.

Допосевное внесение Биопродуктина в сочетании с соломой (4 т/га) существенно не повлияло на содержание нитратного азота в почве перед посевом озимого тритикале (рисунки 1-2). Содержание его

в почве в годы исследований оставалось примерно на том же уровне, что и до внесения Биопродуктина: 15,6-20,5 мг/кг и 4,4-8,0 мг/кг соответственно по годам. Накопление N-NO₃ в почве после перезимовки озимого тритикале к периоду возобновления весенней вегетации в 2019 году значительно (в 1,8-3,8 раза) снизилось и оставалось без существенных изменений в течение всей вегетации. В 2020 году к периоду возобновления весенней вегетации накопление N-NO₃ в почве составляло 6,0-7,4 мг/кг. К концу вегетации (к уборке озимого тритикале) в результате потребления минерального азота растениями содержание нитратного азота постепенно снижалось или оставалось без изменений.

Действие допосевного применения Биопродуктина совместно с соломой на азотный режим в почве в 2019 году было положительным лишь в период возобновления весенней вегетации – содержание нитратного азота в почве было в 1,7 раза выше, чем при внесении одной соломы. В 2020 году положительное действие данного приема на азотный режим в почве наблюдалось на протяжении всего периода вегетации озимого тритикале. Содержание нитратного азота в почве было на 1,0-2,2 мг/кг (на 17-55 %) выше, чем при внесении одной соломы. При этом следует отметить, что положительное действие на накопление нитратного азота в почве наблюдалось и после уборки озимого тритикале.

Опыт (допосевное внесение)

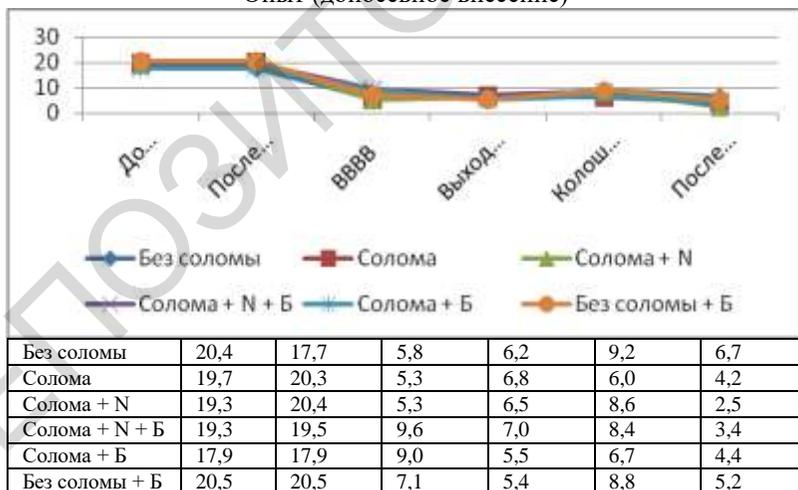


Рисунок 1 – Динамика содержания N-NO₃ в почве, мг/кг (2019 г.)

Опыт (допосевное внесение)

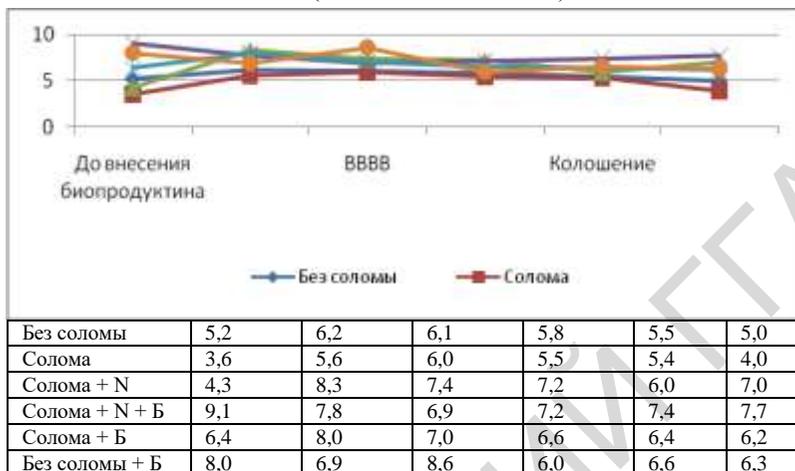


Рисунок 2 – Динамика содержания N-NO₃ в почве, мг/кг (2020 г.)

Можно предположить, что это обусловлено сужением отношения C : N в почве в результате усиления процессов азотфиксации за счет применения Биопродуктина.

В то же время двукратное внесение препарата (до и после посева) в сочетании с соломой оказало эффективное действие на обеспеченность озимого тритикале минеральным азотом в течение всей вегетации (рисунки 3-4). Так, содержание нитратного азота в почве в годы исследований на варианте солома + Биопродуктин было на 2,8-3,8 мг/кг и на 0,2-2,5 мг/кг соответственно выше относительно варианта с одной соломой. Отсутствие различий по содержанию нитратного азота в почве в опыте с однократным и двукратным внесением Биопродуктина, очевидно, связано с использованием его растениями озимого тритикале.

При этом следует отметить положительное действие Биопродуктина на содержание нитратного азота в почве и на фоне отчуждения соломы с поля, о чем свидетельствуют данные по динамике N-NO₃ в почве. Так, содержание нитратного азота в почве под растениями на этом варианте в годы исследований увеличивалось на 0,7-4,3 мг/кг.

По влиянию на динамику содержания нитратного азота в почве под растениями двукратное внесение Биопродуктина с соломой было в целом равноценно применению компенсирующих доз (40 кг/га) азота удобрений с соломой. Совместное применение соломы, минерального азота и Биопродуктина не имело существенного преимущества по действию на накопление N-NO₃ в почве по сравнению с раздельным их использованием.

Аналогичная закономерность в динамике содержания нитратного азота в почве наблюдалась и на паровой делянке (рисунки 5-6). Отсутствии значительного накопления $N-NO_3$ в пахотном слое почвы, очевидно, обусловлено миграцией его в нижележащие слои почвы. Следует отметить, что на паровой делянке наблюдался аналогичный характер действия соломы, совместного внесения ее с Биопродуктином и минеральным азотом на содержание нитратного азота в почве, что и под растениями. Запашка соломы оказывала незначительное депрессирующее влияние на содержание нитратного азота в почве, а применение ее с Биопродуктином и компенсирующей дозой азота способствовало улучшению азотного режима в почве. Запашка 4 т/га соломы ячменя в 2019 году не проявила депрессирующего действия на содержание нитратного азота в почве в начальные периоды развития озимого тритикале (ВВВВ, фаза выхода в трубку). Оно было заметным к фазе колошения. Как в опытах, так и на паровой делянке в этот период содержание $N-NO_3$ в почве при внесении соломы уменьшилось на 2,5-5,5 мг/кг (30-50 %) по сравнению с вариантом без соломы. Аналогичная тенденция сохранялась и после уборки озимого тритикале. По нашему мнению, это может быть связано со снижением к этому времени количества внесенного азотного удобрения в почве, которого недостаточно для поддержания оптимального соотношения C : N в почве.

Опыт (до и послепосевное внесение)

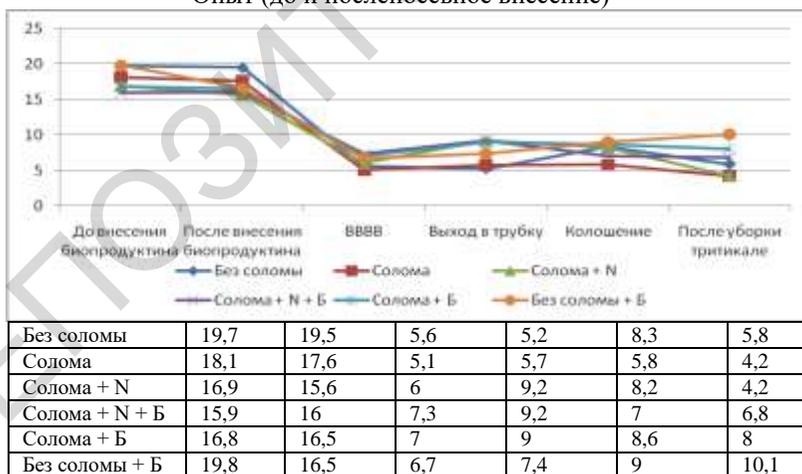


Рисунок 3 – Динамика содержания $N-NO_3$ в почве, мг/кг (2019 г.)

Опыт (до и послепосевное внесение)

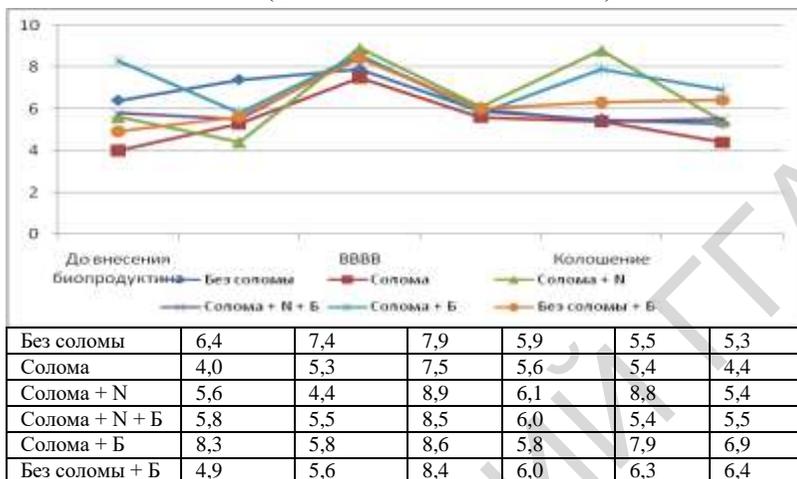


Рисунок 4 – Динамика содержания N-NO₃ в почве, мг/кг (2020 г.)

Паровая делянка

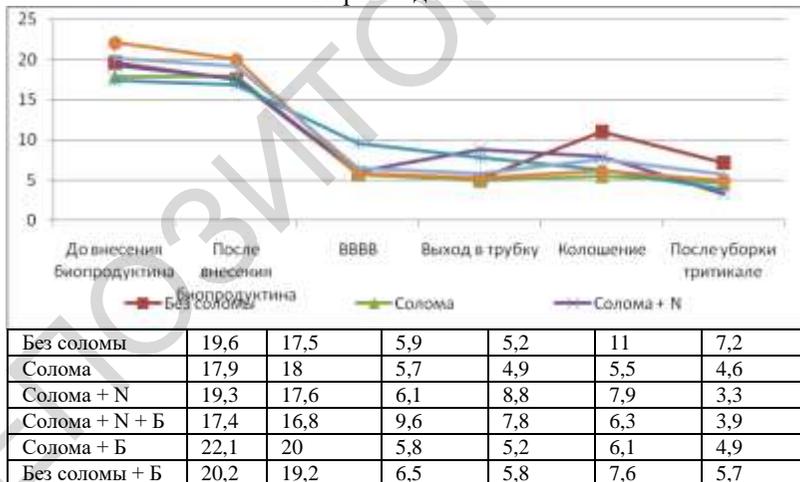


Рисунок 5 – Динамика содержания N-NO₃ в почве, мг/кг (2019 г.)

Паровая деланка

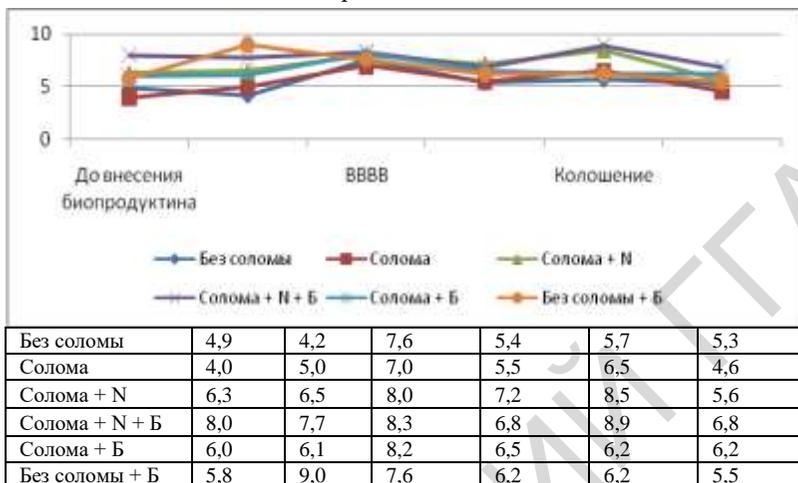


Рисунок 6 – Динамика содержания N-NO₃ в почве, мг/кг (2020 г.)

В 2020 году заделка измельченной соломы ячменя не проявила существенного депрессирующего действия на содержание нитратного азота в почве в течение всего периода вегетации. Содержание его в почве на этом варианте снижалось лишь на 0,1-1,0 мг/кг (допосевное внесение) и на 0,1-0,9 мг/кг (до и послепосевное внесение) по сравнению с вариантом без заделки соломы. Следует предположить, что величина азота текущей минерализации органического вещества почвы в благоприятных по увлажнению условиях текущего года нивелировала депрессирующее действие заделки соломы.

Заключение. Таким образом, депрессирующее действие заделки 4 т/га соломы ярового ячменя на содержание нитратного азота в почве как под растениями, так и на паровой деланке определялось условиями увлажнения в течение вегетационного периода озимой тритикале. В благоприятном по увлажнению 2020 году это действие существенно не проявилось: содержание N-NO₃ в почве в течение вегетации озимого тритикале снижалось лишь на 0,1-1,0 мг/кг по сравнению с отчуждением соломы из почвы. В засушливом 2019 году оно было более значительным: к фазе колошения размеры снижения нитратного азота в почве при внесении соломы составили 2,5-5,5 мг/кг (30-50 %). Как однократное, так и двукратное применение Биопродуктина с соломой и без нее повышало обеспеченность озимого тритикале нитратным азотом в течение вегетации культуры. При этом увеличение содержания N-NO₃ в почве под действием Биопродуктина в засушливом 2019 году было

более значительным, чем в 2020 году: повышение содержания нитратного азота в почве в первом случае составило 0,7-4,3 мг/кг, во втором – 0,1-2,5 мг/кг. Двукратное внесение Биопродуктина обеспечивает лучшее азотное питание озимого тритикале в течение более длительного периода, чем однократное внесение. По влиянию на динамику содержания нитратного азота в почве под растениями однократное и двукратное внесение Биопродуктина с соломой было в целом равноценно применению компенсирующей дозы (40 кг/га) азотных удобрений с соломой. Совместное применение Биопродуктина и минерального азота в сочетании с соломой не имело существенного преимущества по действию на накопление $N-NO_3$ в почве по сравнению с раздельным их использованием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коростелёва, Л. А. Основы экологии микроорганизмов / Л. А. Коростелёва, А. Г. Кошаев. – СПб.: Изд-во «Лань», 2013. – 240 с.
2. Акулов, П. Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов / П. Г. Акулов. – М.: Колос, 1992. – 223 с.
3. Турусов, В. И. Обработка черноземов: опыт и тенденции развития / В. И. Турусов, А. М. Новичихин // Земледелие. – 2012. – № 4. – С. 7-9.
4. Применение соломы зерновых культур на удобрение в Томской области / И.Б. Сорокин [и др.] // Рекомендации ГНУ СибНИИТ СО РАСХН. Департамент социально-экономического развития села Томской области. – Томск, 2004. – 10 с.
5. Российский статистический ежегодник: Статистический сборник. 2013. – М.: Росстат, 2013. – 717 с.
6. Чекмарев, П. А. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-Черноземных областей России / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Агрохимия. – 2013. – № 4. – С. 11-22.
7. Овсянников, Ю. А. Теоретические основы эколого-биосферного земледелия / Ю. А. Овсянников. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2000. – 264 с.
8. Непарко, Т. А. Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учеб. пособие / Т. А. Непарко, А. В. Новиков, И. Н. Шило; под общ. ред. Т. А. Непарко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 199 с.
9. Казеев, К. Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
10. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. Ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГТАУ, 2010. – 340 с.
11. Дудук, А. А. Научные исследования в агрономии: учеб. пособие / А. А. Дудук, П. И. Мозоль. – Гродно: ГТАУ, 2009. – 336 с.