

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2015. – No. 4 (47). – S. 9-15.

2. Batalova G.A. Oves v Volgo-Vyatskom regione. – Kirov, 2013. – 288 s.

3. Volkova L.V., Amunova O.S. Nasledovanie priznakov alyumoustoichivosti prorostkov yarovoi pshenitsy v usloviyakh rulonnoi kultury // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2019. – No. 1 (20). – S. 20-28.

4. Marchenkova L.A., Davydova N.V., Chavdar R.F., Orlova T.G., Gracheva A.V., Kazachenko A.O., Shirokolava A.V. Otsenka adaptivnosti sortov i linii yarovoi pshenitsy na fone iskusstvenno modeliruemykh stressov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 5 (151). – S. 9-15.

5. Lisitsyn E.M., Amunova O.S. Geneticheskoe raznoobrazie sortov yarovoi myagkoi pshenitsy po

alyumoustoichivosti // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. – 2014. – T. 18. – No. 3. – S. 497-505.

6. Lisitsyn E.M. Metodika laboratornoi otsenki alyumoustoichivosti zernovykh kultur // Doklady RASKhN. – 2003. – No. 3. – S. 5-7.

7. Mazer K., Dzhinks Dzh. Biometricheskaya genetika. – M.: Mir, 1985. – 463 s.

8. Volf V.G., Litun P.P., Khaveleva A.V., Kuzmenko R.I. Metodicheskie rekomendatsii po primeniyu matematicheskikh metodov dlya analiza eksperimentalnykh dannykh po izucheniyu kombinatsionnoi sposobnosti. – Kharkov, 1980. – 76 s.

9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.

10. Navacode S., Weidner A., Varshney R.K., Lohwasser U., Scholz U., Roder M.S., Börner A. (2010). A genetic analysis of aluminium tolerance in cereals. *Agric. Conspec. Sci.* Vol. 75 (4): 191-196.



УДК 633.11«321»:631.8(571.150)

Л.А. Ступина
L.A. Stupina

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОСТИМУЛЯТОРОВ «БИОВАЙС» И «ТУРМАКС» НА МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ АЛЕЙСКОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE INFLUENCE OF NITROGEN MINERAL FERTILIZERS AND BIOLOGICAL GROWTH STIMULANTS BIOVAYS AND TURMAX ON MINERAL NUTRITION AND YIELD OF SPRING WHEAT IN THE ALEY STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, элементы минерального питания, обеспеченность нитратным азотом, фосфором, калием, БиоВайс, ТурМакс, Алтайский край.

Рост и развитие полевых культур очень сильно зависят от условий питания. Наряду с минеральными удобрениями стали часто использовать бактериальные удобрения – препараты, содержащие один штамм или несколько видов бактерий, или целый консорциум микроорганизмов, обладающих свойствами усваивания атмосферного азота, а также вырабатывающих различные стимулирующие вещества, поэтому обладающих ростостимулирующим действием на растения. Также разрабатываются различные препараты – удобрения, содержащие состав микроэлементов в хелатной форме, поэтому они являются сбалансированными и хорошо усваиваются растениями. Исследований по изменению питательного режима растений от использования биостимуляторов «БиоВайс» и «ТурМакс» нами не обнаружено, что вызвало необходимость изучить изменение содержания по-

движных элементов питания от применения биостимуляторов и сопоставить их действие с использованием азотных форм минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края. Опыт был проведен на чернозёме выщелоченном среднемощном легкосуглинистом на землепользовании КФХ «Андреева А.П.» в Алейском районе в 2011-2012 гг. Почвы опытного участка со слабокислой реакцией среды (рН 5,5), гидrolитическая кислотность 2,94 мг-экв/100 г почвы, содержание гумуса в пределах 3,0%, что соответствует низкой обеспеченности. Содержание нитратного азота очень низкое, подвижного фосфора – высокое и калия – повышенное. Степень насыщенности основаниями 14,3 мг-экв /100 г почвы. Высевали сорт яровой пшеницы Алтайская 530 – среднеспелый. Опыт состоял из 4 вариантов: контроль, N₆₀, БиоВайс+ТурМакс и совместное применение N₆₀+БиоВайс+ТурМакс. Применяли аммиачную селитру в дозе 60 кг д.в. на 1 га азота при посеве пшеницы. Перед посевом семена яровой пшеницы обрабатывали стимуляторами роста в дозе 25 мл/т БиоВайс и 250 мл/т ТурМакс. Установлено, что в

условиях более увлажненного периода вегетации использование биопрепаратов «БиоВайс» и «ТурМакс» совместно с азотными удобрениями является более эффективным. Питательный режим улучшается, так как переводится содержание нитратного азота из очень низкой степени обеспеченности в низкую, содержание подвижного P_2O_5 из высокой в очень высокую, а обменного калия из повышенной в высокую. Масса 1000 зерен от биостимуляторов «БиоВайс», «ТурМакс» и удобрений повышается 1,0-1,1 раза. Это отражается на урожайности сорта Алтайская 530, которая повышается на 17,2-47,4% относительно контрольного варианта.

Keywords: *spring wheat, yield, mineral nutrition elements, nitrate nitrogen supply, phosphorus supply, potassium supply, Biovays and Turmax growth stimulants, Altai Region.*

The growth and development of field crops is highly dependent on plant nutrition. Along with mineral fertilizers, bacterial fertilizers are often used – preparations containing one strain or several types of bacteria or a consortium of microorganisms that have the properties of atmospheric nitrogen fixation and producing various stimulating substances, therefore having a growth-stimulating effect on plants. Different products – fertilizers containing composition of microelements in a chelated form are developed; they are balanced and absorbed by plants quite well. There are no studies on changing nutritional status of plants by the use of the biologi-

cal growth stimulants Biovays and Turmax, so the research goal was to examine the change of the content of mobile nutrients by the application of the bio-stimulants and compare their effects with the use of nitrogen forms of mineral fertilizers on the yield of spring wheat under the conditions of the Aley steppe of the Altai Region. The experiment was conducted in 2011 and 2012 in the farming enterprise KFKh Andreyeva A.P. in the Aleyskiy District of the Altai Region on leached medium-thin light loamy chernozem. The soil of the trial plot had slightly acidic reaction (pH 5.5), hydrolytic acidity of 2.94 mg-eq per 100 g of soil; the humus content was within 3.0% which corresponded to low availability. The content of nitrate nitrogen was very low, mobile phosphorus – high and potassium – very high. The degree of base saturation was 14.3 mg-eq per 100 g of soil. Medium-season spring wheat variety Altaysakya 530 was seeded. The experiment consisted of 4 variants: control, N60, Biovays + Turmax and joint application of N60 + Biovays + Turmax. Ammonium nitrate was used in a dose of 60 kg (primary nutrient basis) per ha at wheat sowing. Before sowing, spring wheat seeds were treated with growth stimulants in doses of 25 mL t (Biovays) and 250 mL t (Turmax). It was found that under the conditions of moister growing season the use of Biovays and Turmax together with nitrogen fertilizers was more efficient. The nutritional regime was improved; thousand-kernel weight by the application of Biovays and Turmax bio-stimulants and fertilizers increased 1.0-1.1 times. This affected the yield of the variety Altayskaya 530 which increased by 17.2-47.4% as compared to the control.

Ступина Лилия Александровна, к.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Stupina Liliya Aleksandrovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 20-30-92. E-mail: stupina-liliya@mail.ru.

Рост и развитие полевых культур очень сильно зависят от условий питания. Улучшение минерального питания возможно за счет минеральных удобрений, но в последнее время наряду с минеральными удобрениями стали часто использовать бактериальные удобрения – препараты, содержащие один штамм или несколько видов бактерий, или целый консорциум микроорганизмов, обладающих свойствами усваивания атмосферного азота, а также вырабатывающих различные стимулирующие вещества, поэтому обладающих ростостимулирующим действием, что обеспечивает повышение иммунитета и стрессоустойчивость растений [1, 2]. Наряду с бактериальными препаратами разрабатываются различные препараты-удобрения, содержащие состав микроэлементов в хелатной форме, поэтому они являются сбалансированными и хорошо усваиваются растениями [3, 4].

К таким препаратам относится «БиоВайс» – микробиологический препарат – удобрение, со-

держщее ряд основных бактерий (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus mucilaginosus*, *Bacillus megaterium subtilis phosphaticum*), благоприятно влияющих на подвижность азота, фосфора и кремния в почве и на ростовые процессы растений, а также обладающих фунгицидными свойствами [4]. Удобрение «ТурМакс» содержит целый комплекс макро- (азот, фосфор, калий, магний, железо) и микроэлементов (марганец, медь, цинк, молибден, бор, йод, кобальт, селен и др.). Они находятся в легко доступной хелатной форме и быстро включаются в жизненные процессы растений [5]. Действие этих удобрений изучалось на озимой пшенице разных сортов в условиях Бийской опытно-селекционной станции. Было установлено, что урожайность сортов озимой пшеницы от биопрепарата «БиоВайс» снижалась на 5,8-18,7%. Действие удобрения «ТурМакс» было более эффективно и давало прибавку урожая на 0,04-0,99 т/га выше контроля. Совместное применение препарата «БиоВайс» и комплексного

удобрения «ТурМакс» на 1,0-1,2 т/га повышало урожайность у всех изучаемых сортов [6].

Испытания, проведенные компанией ООО «Планета Плюс», говорят о том, что совместное действие препаратов «БиоВайс» и «ТурМакс» сопоставимо с использованием 30-60 кг азотных удобрений. Также было отмечено, что максимальный эффект достигается при комплексном использовании современных удобрений (БиоВайс и ТурМакс) с применением традиционных минеральных форм. Это позволяло повысить не только урожайность яровой пшеницы, но и улучшить качество клейковины [1].

В наших работах было проанализировано действие этих новых препаратов на микробиологическую активность черноземов засушливой степи и отмечено их положительное влияние на микробный состав и активность почвенной биоты [7].

Исследований по изменению питательного режима растений от использования биостимуляторов «БиоВайс» и «ТурМакс» нами не обнаружено. В связи с этим необходимо было проанализировать изменение содержания подвижных элементов питания от применения биостимуляторов и сопоставить их действие с использованием азотных форм минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края.

Методика исследований

Опыт был проведен на чернозёме выщелоченном среднемоющем легкосуглинистом на землепользовании КФХ «Андреева А.П.» в Алейском районе в 2011-2012 гг. Почвы опытного участка характеризуются слабокислой реакцией среды (рН 5,5). Величина гидролитической кислотности достигает 2,94 мг-экв/100 г почвы. Содержание гумуса находится в пределах 3,0%, что соответствует низкой обеспеченности. Содержание нитратного азота очень низкое, подвижного фосфора – высокое и калия – повышенное. Степень насыщенности основаниями 14,3 мг-экв/100 г почвы. Площадь делянки 24,5 м². Расположение делянок систематическое. В производственном посеве выращивали рекомендованный для Западно-Сибирского региона среднеспелый сорт яровой пшеницы Алтайская 530. Норма высева 4,5 млн всхожих зёрен на 1 га. Закладывали опыт по схеме: контроль, N₆₀, БиоВайс+ТурМакс и совместное применение N₆₀+БиоВайс+ТурМакс. Применяли аммиачную селитру в дозе N₆₀ кг д.в. на 1 га. Стимуляторами роста обрабатывали семена яро-

вой пшеницы перед посевом – БиоВайс в дозе 25 мл/т и ТурМакс 250 мл/т. Минеральное удобрение (аммиачная селитра) вносили при посеве пшеницы.

Определение химических показателей почв проводили в лаборатории ФГБУ САС «Алейское» по общепринятым методикам: содержание нитратного азота – колориметрически с дисульфодифеноловой кислотой ГОСТ 26951-86, содержание подвижного фосфора и калия – по Чирикову ГОСТ 26204-94 [8]. Математическую обработку данных – методом дисперсионного однофакторного анализа по Б.А. Доспехову [9] с использованием компьютерных программ.

Условия вегетации в оба года исследования были острозасушливыми. В 2011 г. ГТК за май-июнь составил 0,51, что 2 раза ниже нормы. ГТК за вегетационный период составил 0,60, то есть был ниже нормы на 0,38. Погодные условия за 2012 г. были еще более засушливыми: ГТК₁ – 0,46, ГТК₂ – 0,36. То есть для развития пшеницы были более благоприятны погодные условия 2011 г. Условия увлажнения оказывали непосредственное влияние на действие минеральных и бактериальных удобрений и на их использование растениями.

Образование нитратов в почве является результатом деятельности аэробных бактерий нитрификаторов. Накопление нитратов в почве свидетельствует о ее плодородии. Наибольшей интенсивности процесс нитрификации достигает при хорошей аэрации и внесении удобрений. По содержанию нитратного азота в почве судят о нуждаемости растений в азоте и целесообразности внесения азотных удобрений [10, 11].

Более высокое содержание N-NO₃ было в 2011 г. В оба года в течение вегетации содержание нитратов в почве возрастало, что, вероятно, связано с усилением минерализации органики и нитрификации, к созреванию достигало более высоких значений. От использования азотных удобрений и стимуляторов роста «БиоВайс» и «ТурМакс» содержание нитратов достоверно повышалось. На контрольном варианте в среднем за два года оно составляло 4,6 мг/кг, что является очень низкой обеспеченностью (рис.). От использования БиоВайс и ТурМакс повышалось на 2,4 мг/кг. От азотных удобрений (N₆₀) на 6,2, а совместного использования N₆₀ со стимуляторами на 9,1 мг/кг. При этом количество нитратного азота составляло 10,8 и 13,7 мг/кг соответственно, то

есть позволило перейти в группу низкой обеспеченности.

При более увлажненных условиях 2011 г. количество подвижного фосфора было выше, чем при острой засухе 2012 г. Наибольшее содержание подвижного фосфора наблюдалось при кущении пшеницы. Далее по вегетации происходило его снижение, что, вероятно, связано с его выносом растениями. Использование как азотных удобрений, так стимуляторов роста достоверно увеличивало количество подвижного фосфора в почве, что объясняется активизацией почвенной микрофлоры.

В среднем за 2 года количество подвижного фосфора в кущение варьировало от 155,6 до 195,5 мг/кг, а в фазу созревания – от 111,0 до 148,30 мг/кг. Высокое его содержание было отмечено при совместном использовании БиоВайс + ТурМакс+N₆₀ и составляло очень высокую степень обеспеченности – на 39,9 мг/кг выше контрольного. К концу вегетации эта разница составляла 37,0 мг/кг. Использование как биологических препаратов отдельно, так с минеральными удобрениями действовало менее значительно на активность фосфора (рис.).

Содержание подвижных форм калия характеризовалось от среднего до повышенного, причем в 2011 г. его количество было выше. Наибольшее содержание обменного калия отмечалось в фазу кущения пшеницы и к концу вегетации снижалось в 1,1-1,3 раза. В среднем за 2011-2012 гг. биопрепараты и азотные удобрения повышали содержание обменного калия в начале вегетации на 18,0-28,0 мг/кг, обеспеченность соответствовала повышенной группе. К уборке содержание калия на контроле и на вариантах раздельного применения биопрепаратов и удобрений соответствовало средней группе обеспеченности (69,0-79,0 мг/кг), а

на варианте совместного использования стимуляторов роста с азотными минеральными удобрениями было значительно выше и доходило до повышенной группы обеспеченности (91,5 мг/кг).

Важным элементом продуктивности, отражающим процесс созревания зерновых культур, является масса 1000 зерен. При достаточном уровне питания, обусловленном деятельностью активной микрофлоры, накопление в зерне запасных веществ увеличивается, формируется более полновесное семя и масса 1000 зерен возрастает [12, 13]. Это объясняется тем, что комплексные препараты, в том числе и микробные, обогащают прикорневую зону растений доступными элементами, улучшают питание пшеницы, которое отражается на наливе зерна.

В условиях большей увлажненности (2011 г.) показатели массы 1000 зерен отмечались значительно выше (табл. 1). Применяемые средства, то есть азотные удобрения и биостимуляторы, способствовали достоверному повышению данного показателя. Азотные удобрения в среднем повышали массу 1000 зерен пшеницы сорта Алтайская 530 на 1,5 г, комплекс биостимуляторов – на 1,0, а совместное их применение с минеральными удобрениями – на 3,7 г.

Повышение массы 1000 зерен не могло не отразиться на урожайности. От использования биостимуляторов и аммиачной селитры она достоверно повышалась (табл. 2). В более влажный год урожайность варьировала от 1,63 до 2,43 т/га, а в остро сухой – от 0,69 до 0,99 т/га. Эффект от испытываемых средств достаточно высокий – в среднем от 0,20 до 0,55 т/га с преимуществом совместного использования стимуляторов и азотных удобрений. В процентном отношении прибавки полученного зерна составляли 17,2-47,4%.

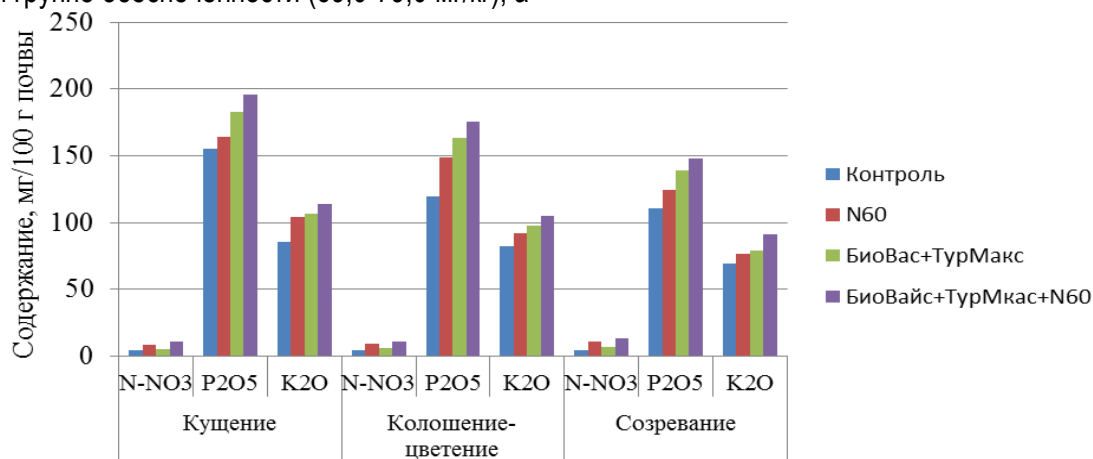


Рис. Содержание подвижных форм основных элементов питания по фазам развития пшеницы, среднее за 2011-2012 гг.

Таблица 1

Масса 1000 зерен (г) семян пшеницы сорта Алтайская 530

Год	Контроль	N ₆₀	БиоВайс + ТурМакс	N ₆₀ + БиоВайс + ТурМакс	НСР ₀₅
2011	27,5	28,4	28,3	32,5	1,1
2012	25,0	27,1	26,3	27,5	0,75
Среднее	26,3	27,8	27,3	30,0	-

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы при использовании биологических средств и минеральных удобрений

Вариант	2011 г.			2012 г.			Среднее за 2 года		
	урожай- ность, т/га	прибавка		урожай- ность, т/га	прибавка		урожай- ность, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%		т/га	%
Контроль	1,63	-	-	0,69	-	-	1,16	-	-
N ₆₀	1,93	0,30	18,4	0,78	0,09	13,0	1,36	0,20	17,2
БиоВайс + ТурМакс	2,29	0,66	40,5	0,97	0,28	40,5	1,63	0,47	40,5
N ₆₀ + БиоВайс + ТурМакс	2,43	0,80	49,1	0,99	0,30	43,4	1,71	0,55	47,4
НСР ₀₅		0,18			0,17			0,17	

Выводы

1. В условиях более увлажненного периода вегетации использование биопрепаратов «БиоВайс» и «ТурМакс» совместно с азотными удобрениями является более эффективным. Питательный режим улучшается, так как переводится содержание нитратного азота из очень низкой степени обеспеченности в низкую, содержание подвижного Р₂О₅ – из высокой в очень высокую, а обменного калия – из повышенной в высокую.

2. Масса 1000 зерен от биостимуляторов «БиоВайс», «ТурМакс» и удобрений повышается в 1,0-1,1 раза. Это отражается на урожайности сорта Алтайская 530, которая повышается на 17,2-47,4% относительно контрольного варианта.

Библиографический список

1. Шаповалов А.А., Зубкова Н.Ф. Отечественные регуляторы роста растений // Агрохимия. – 2003. – № 11. – С. 33-47.

2. Azevedo, J.L., Maccheroni Jr., W., Pereira, J.O., Luiz de Araujo, W. (2000). Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electr. J. Biotech.* Vol. 3 (1): 40-65.

3. Бабин В.В., Гершкович А.П., Садовников Г.Г. Эффективность предпосевной обработки семян яровой пшеницы регуляторами роста на разных фонах удобренности // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 285-287.

4. Кузикеева А.П., Литвинцев П.А. БиоВайс и ТурМакс на посевах яровой пшеницы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 2. – С. 138-140.

5. Кузикеева А.П., Литвинцев П.А. БиоВайс и ТурМакс на посевах озимой пшеницы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 366-368.

6. Шевчук Н.И., Александрова Т.Н. Действие микробиологических, комплексных минеральных удобрений и средств защиты на урожайность озимой пшеницы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. VII Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 472-474.

7. Ступина Л.А. Влияние стимуляторов роста и азотных минеральных удобрений на микробиологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность яровой пшеницы в условиях Алейской степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3 (173). – С. 5-12.

8. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 350 с.

10. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.

11. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. – М.: Мир, 2004. – 584 с.

12. Григорьева Э.С. Теоретические основы растениеводства. – Барнаул, 2001. – 200 с.

13. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / пер. с чешского З.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.

References

1. Shapovalov A.A. Otechestvennye regulatory rosta rastenii / A.A. Shapovalov, N.F. Zubkova // Agrokimiya. – 2003. – No. 11. – S. 33-47.

2. Azevedo, J.L., Maccheroni Jr., W., Pereira, J.O., Luiz de Araujo, W. (2000). Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electr. J. Biotech.* Vol. 3 (1): 40-65.

3. Babin V.V. Effektivnost predposevnoi obrabotki semyan yarovoi pshenitsy regulatorami rosta na raznykh fonakh udobrennosti / V.V. Babin, A.P. Gershevik, G.G. Sadovnikov // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaistvu. Mat. VII mezhdunar. nauchno-praktich. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – Kn. 2. – S. 285-287.

4. Kuzikeeva A.P. BioVais i TurMaks na pos-evakh yarovoi pshenitsy / A.P. Kuzikeeva, P.A. Litvin-

tsev // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaistvu. Mat. VI mezhdunar. nauchno-praktich. konferentsii. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2011. Kn.2. – S. 138-140

5. Kuzikeeva A.P. BioVais i TurMaks na pos-evakh ozimoi pshenitsy / A.P. Kuzikeeva, P.A. Litvin-tsev // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaistvu. Mat. VII mezhdunar. nauchno-praktich. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – Kn. 2. – S. 366-368.

6. Shevchuk N.I. Deistvie mikrobiologicheskikh, kompleksnykh mineralnykh udobrenii i sredstv zashchity na urozhainost ozimoi pshenitsy / N.I. Shevchuk, T.N. Aleksandrova // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaistvu. Mat. VII mezhdunar. nauchno-praktich. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – Kn. 2. – S. 472-474.

7. Stupina L.A. Vliyanie stimulyatorov rosta i azotnykh mineralnykh udobrenii na mikrobiologicheskuyu aktivnost chernozema vshchelochennogo i urozhainost yarovoi pshenitsy v usloviyakh Aleiskoi stepi Altaiskogo kraya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – No. 3 (173). – S. 5-12.

8. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. 1985. – 350 с.

10. Емцев В.Т. Микробиология: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.

11. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Мир, 2004. – 584 с.

12. Григорьева Э.С. Теоретические основы растениеводства. – Барнаул, 2001. – 200 с.

13. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / пер. с чеш. З.К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.

