

рат не уступает гербицидам, применяемым для защиты озимого рапса.

2. В условиях ведения интенсивного сельского хозяйства с применением систем интегрированной защиты растений, прогнозирования и оценки порогов вредности использование гербицидов на основе имазамокса на устойчивых гибридах позволяет подбирать более гибкие условия для защиты посевов озимого рапса от сорной растительности.

3. Расширение спектра гербицидных препаратов для защиты озимого рапса за счёт включения класса имидазолинонов позволяет снизить токсикологическую нагрузку на агроценозы, а также риски возникновения резистентности у сорных растений.

Литература

1. Гончаров С.В., Савенков, В.П., Федотов В.А. Рапс России. – Воронеж: изд-во Воронежского ГУ, 2007. – С. 11–25.
2. Кориунов А.В., Холстинин А.Ю., Способы использования рапса под картофель и системы ухода// Достижения науки и техники АПК., 2007. - №7.- С. 37 – 38.
3. Малашенков К.А. Экономические предпосылки возделывания рапса и условия его использования на технические цели. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина. №5. Т. 44, 2010.- С 86-89.
4. Летунов, И.И., Щедрин. Е.В., Перспективы развития рынка рапса в Российской Федерации// Аграрный вестник Урала.- 2007.-№6(42). - С. 12-14.
5. A-L. Haukkaapää, C. Eriksson., S. Junnila, Efficacy of imazamox in imidazolinone-resistant spring oilseed rape in Finland, HAUKKAPÄÄ, Vol 14, Nro 4, 2005; Dirk Wolber, Clearfield production system for winter oilseed rape, J.Plant Dis.Protect. 2/2011; Adámszki T., Torma M., Kukorelli G., Reisinger P., Experiences in weed control of imidazolinon resistant winter oilseed rape, Herbologia, Vol. 12 Issue 1, p23-29, 2011.

THE EFFICIENCY OF A NEW IMAZAMOX BASED PESTICIDE ON A WINTER RAPE IN NORTH-CAUCASIAN REGION

Bolshov Aleksandr Vyacheslavovich, avbolshov@gmail.com, Dolzhenko Viktor Ivanovich, All-Russian Research Institute of Plant Protection, vizr.spb.ru , Nesterova Liliya Mihailovna, CJSC «Avgust», avgust.com

Rape has one of the most leading places in modern agriculture; the cultivation of this crop is widespread in most countries of Europe and Northern regions throughout the World. Intense interest in rape allowed to achieve excellent results in the cultivation of this crop, which includes protection of rape against weeds, this are variety of herbicides formulations and development cultivars and hybrids which have resistance to certain classes of herbicides. In international practice widely used formulations based on imazamox and imazapyr for protection of imidazolinone-resistant winter rape hybrids. In Russia, there is no such experience for application of formulations based on imazamox for protection of imidazolinone-resistant rape crops. At the same time, expanding the range of herbicides formulations used for protection against weeds open additional opportunities for protective measures of this crop. This article presents the biological effectiveness of the new herbicide formulation based on imazamox Paradox, SL (120g/l of imazamox) and Greider, SL (250g/l of imazapyr). Both of studied formulations are developed and formulated in Russia. The field tests are carried out in Krasnodar Region. Edaphic-climatic zone - Black Earth, North Caucasus region of soil cultivation, slightly leached black earth, low-humic soil, ultra-thick black earth, humus content is 3,7%, pH=6.9. For control herbicide formulation samples are used foreign formulations with analogous actions. Comparative evaluation of biological effectiveness for Paradox, SL (120g/l of imazamox) formulation and tank mixture with Greider, SL (250g/l of imazapyr) formulation used for rape protection during growth season, in autumn and spring terms. In case of spring application the effectiveness of formulation is somewhat higher, but in both cases the Paradox, SL formulation or mixture with the Greider, SL formulation are competitive against foreign formulations with similar actions. In consequence of these tests, the domestic formulations in their effectiveness are highly competitive against foreign formulations with similar actions.

Key words Imazamox, oilseed winter rape, herbicides, biological efficiency, imidazolinone resistant crop, imazamox, imazapyr, tank mix.

References

1. Goncharov S.V., Savenkov, V.P., Fedotov V.A., Raps Rossii, 2007, s. 11–25.
2. Korshunov A.V., Kholstinin A.Yu., Spособы ispol'zovaniya rapsa pod kartofel' i sistemy ukhoda, Dostizheniya nauki i tekhniki APK, №7-2007, s 37–38.
3. Malashenkov K.A. Ekonomicheskie predposylki vozdeleyvaniya rapsa i usloviya ego ispol'zovaniya na tekhnicheskie tseli. Vestnik Federal'nogo Gosudarstvennogo Obrazovatel'nogo Uchrezhdeniya Vysshego Professional'nogo Obrazovaniya "Moskovskii Gosudarstvennyi Agroiinzhenernyi Universitet Im. V.P. Goryachkina" №5, Vol 44, 2010, s 86 – 89.
4. Letunov, I.I., Shchedrin. E.V., Perspektivy razvitiya rynka rapsa v Rossiiskoi Federatsii, Agrarnyi vestnik Urala, №6(42), 2007, s 12–14.
5. A-L. Haukkaapää, C. Eriksson., S. Junnila, Efficacy of imazamox in imidazolinone-resistant spring oilseed rape in Finland, HAUKKAPÄÄ, Vol 14, Nro 4, 2005; Dirk Wolber, Clearfield production system for winter oilseed rape, J.Plant Dis.Protect. 2/2011; Adámszki T., Torma M., Kukorelli G., Reisinger P., Experiences in weed control of imidazolinon resistant winter oilseed rape, Herbologia, Vol. 12 Issue 1, p23-29, 2011.

УДК: 631.84. 461

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР НА ПЛОДОРОДИЕ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ ТУВА

**В.М. Соловьева, К.Д. Серен к.б.н., А.Н. Белек, ГСАС «Тувинская»
ул. Горная 106а., Кызыл, 667010, Россия, E – mail: agrohim_17@mail.ru**

В условиях сухостепной зоны Республики Тува изучены особенности накопления азота однолетними зернобобовыми культурами и пшеницей на светло-каштановой почве. Установлено, что баланс азота под посевами гороха положительный, так как приростная статья превышает расходную. Показано, что накопление азота связано с активизацией процессов азотфиксации. Баланс азота под посевами сои и пшеницы отрицательный. Снижение азота под посевами сои и пшеницы связано с низким плодородием светло-каштановых почв и высоким односторонним выносом азота почвы на формирование урожая.

Ключевые слова: каштановые почвы, плодородие, зернобобовые культуры, азотфиксация, азот почвы, биологический азот, баланс азота.

Посевные площади Тувы представлены в основном черноземами и каштановыми почвами. Гумусное состояние около 84% пахотных почв Тувы оценивается как низкое и очень низкое и только 16% почвенного покрова относится к среднегумусному. Почвы каштанового типа преобладают в условиях степей Тувы. Они образуют основной фон почвенного покрова на всех относительно низко расположенных (700-1200 м над уровнем моря) степях Улуг-Хемской и Хемчикской котловин [7]. Степные почвы тувинских котловин характеризуются: сильным охлаждением зимой поверхностных горизонтов, глубоким промерзанием почвенного профиля, водным режимом непромываемого типа с сильным иссушением в зимне-весенний и осенний периоды. Они имеют легкий гранулометрический состав, небольшую емкость обмена, преимущественно щелочную реакцию почвенного раствора. В связи со слабой напряженно-

стью биологических процессов, происходящих в почве, у них малая мощность гумусового горизонта [3].

Резкое понижение (с 3,11 до 2,78 %) плодородия пахотных угодий в Республике Тува по содержанию органического вещества в почве произошло с 1992 по 2011 г. Критическое снижение запасов гумуса отмечено в районах, где преобладают светло-каштановые и каштановые почвы. Связано это со значительным уменьшением внесения органических и минеральных удобрений и низкими темпами минерализации растительных остатков [2].

Одним из реальных и экономически выгодных путей, обеспечивающих приостановление падения плодородия почв и увеличения производства сельскохозяйственной продукции, наряду с применением средств химизации, является интенсификация биологизации земледелия. Основа биологизации земледелия - введение в севооборот зернобобовых культур. Бобовые растения совместно с бактериями играют громадную роль в балансе азота почвы. Благодаря наличию на их корнях клубеньков с большим количеством клубеньковых бактерий, они способны переводить азот воздуха в доступную для усвоения растениями форму. После отмирания растений бобовые увеличивают содержание азота в почве, и таким образом бобово-ризобияльный симбиоз перекачивает азот из атмосферы в почву. За счет фиксации атмосферного азота бобовые растения в симбиозе с бактериями могут накапливать в зависимости от биологических особенностей культуры от 100 до 300 кг/га связанного азота в год [9].

Установлено [4], что в почвах Тувы хорошо развиты микроорганизмы, фиксирующие свободный азот. Автор отмечает, что особенно полно представлена интенсивность роста этих бактерий в черноземах и остепненных почвах долин. Исследования, связанные с обогащением почвы азотом за счет симбиотрофного сожительства бобовых культур с клубеньковыми бактериями, не проводили.

Цель исследований – изучить баланс азота при возделывании однолетних бобовых культур (горох, соя) и пшеницы в системе почва – растение – атмосфера. Выявить влияние выращивания гороха и сои на плодородие степных каштановых почв тувинских котловин.

Методика. Полевые опыты проводили на опытном поле ГСАС «Тувинская». Почва – светло-каштановая маломощная, укороченного профиля, по гранулометрическому составу легкий опесчаненный суглинок. Период полевых и аналитических исследований охватывал 2009–2012 гг. Площадь делянок 10 м². Повторность 4-кратная. Опытные растения: горох (сорт Рамонский 77), соя (сорт СибНИИК 315), пшеница (сорт Скала). Предшественник – залежь.

Агрохимические показатели почвы в годы проведения исследований: рН_{H2O} – 7,1-7,2; гумуса (по Тюрину) – 1,5 %; содержание подвижных (по Мачигину) P₂O₅ – 29 и K₂O – 113 мг/100 г почвы соответственно; валового азота (по Кьельдалю) 0,13-0,28%.

Агротехника разрабатывалась с учетом почвозащитных мероприятий. Сроки и нормы посева соответствовали зональным технологиям. Влажность почвы поддерживали поливами. Для определения питательных веществ в почве отбирали почвенные образцы со всех вариантов опыта. Отбор почвенных образцов проводили почвенным буром в 5-кратной повторности методом конверта на глубину 0-60 см.

Агрохимический анализ почвенных образцов выполняли следующими методами: гумус по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО; общий азот по Кьельдалю; нитратная форма азота ионометрическим методом в модификации ЦИНАО; гранулометрический состав почвы по Н.А. Качинскому (1965). Растительные пробы на биохимический анализ собирали с каждого варианта. Биохимические анализы растительных образцов выполняли после мокрого озоления в смеси серной и хлорной кислот по Гинзбург; содержание азота определяли по Кьельдалю. Учет пожнивно-корневых остатков – методом рамочной выемки монолитов по Н.З. Станкову (1964). Содержание азота в надземной массе и корнях устанавливали

после уборки урожая, густоту стояния растений подсчитывали методом учетных площадок.

Количественное накопление общего азота почвы (кг/га) определяли методом элементарного баланса по формуле:

$$N_{\text{ф}} = N_{\text{в}} + N_{\text{о}} - N_{\text{н}},$$

где N_в – вынос азота, кг/га; N_о – остаток общего азота в почве в конце вегетации, кг/га; N_н – содержание общего азота в почве до посева, кг/га.

Сущность метода сводится к определению разницы между общим содержанием азота в почве перед посевом и остатком в почве в конце вегетации с учетом выноса азота исследуемыми культурами. Приходная статья включает поступление питательных веществ с корневыми и пожнивными остатками, посевным материалом. Ко времени уборки урожая сои листья с растений полностью опадают. Возврат элементов питания с листьями исключают из расходной статьи баланса и включают в приходную. В расходной части предусматривают вынос питательных веществ с урожаем основной и побочной продукции. Часть питательных веществ в процессе разложения органического вещества терется при денитрификации и вымывании в грунтовые воды. Размеры потерь азота на непродуцируемые расходы (денитрификация, вымывание азота за счет эрозии почв) представлены по среднестатистическим данным по региону [5]. Учет всех статей баланса весьма затруднителен, так как многие из них колеблются в широких пределах в зависимости от постоянно меняющихся условий и принимаются как усредненные величины. Тем не менее, учет всех статей приходной и расходной частей баланса позволяет определить не только изменение в содержании азота почвы, но и размеры накопления азота за счет симбиотической азотфиксации зернобобовых культур с клубеньковыми бактериями.

Результаты и их обсуждение. Обеспеченность пахотного горизонта исследуемых почв гумусом очень низкая. Нитратная форма азота динамична в течение вегетации растений происходит ее миграция в нижележащие горизонты почв (см. табл. 1). Проведенное перед началом опыта детальное обследование почвы опытного участка на содержание общего азота показывает некоторое варьирование этого показателя (см. табл. 2).

В среднем за годы исследований максимальный урожай основной и побочной продукции отмечен в варианте при выращивании гороха (рис.). Основная продукция – зерно, побочная продукция – горох (стеблевая масса), соя (стебель, створки), пшеница (солома).

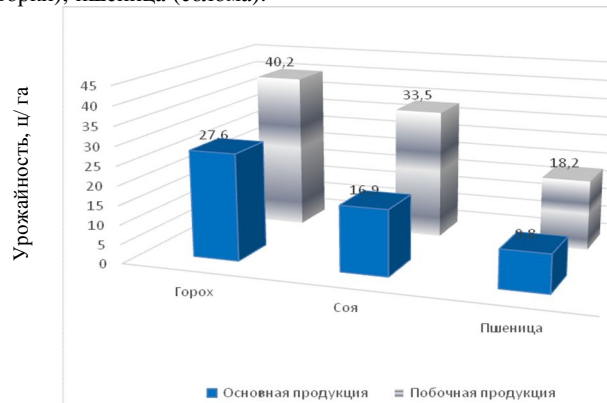


Рис. Урожайность основной и побочной продукции гороха, сои и пшеницы

Соя в данном регионе интродукент и без искусственной инокуляции семян специфической расой клубеньковых бактерий симбиотические азотфиксаторы на корнях сои не образуются [8] вследствие этого факта биологическая азотфиксация, аккумуляция молекулярного азота в системе почва-растение-атмосфера не происходят, растение переходит на минеральный тип питания. Доказательством служит интенсивное поглощение N-NO₃ посевами сои к моменту массового цветения в слое почвы 0-20 см, к концу вегетации содержание N-NO₃ не восстанавливается (табл. 1). Снижение запасов нит-

ратов по всей исследуемой части профиля обусловлено интенсивным потреблением этой формы азота растениями в период вегетации. Известно, что при переходе на автотрофный тип азотного питания бобовые растения утрачивают симбиотрофный, поскольку первый тип питания менее энергоемкий, чем второй [6].

Под посевами гороха отмечено интенсивное повышение $N-NO_3$ в слое 0-40 см к моменту массового цветения относительно весенних запасов, что является свидетельством активизации биологической азотфиксации. По данным [10], биологическая азотфиксация в большей мере связана с прижизненными растительными выделениями и опадом, а не с разложением органических остатков и гумуса почвы. Количество $N-NO_3$ от лета к осени в слое почвы 0-20 см по мере потребления растениями снижается. Отмечено повышение нитратов в слое почвы 20-60 см по сравнению с весенними запасами.

Урожай гороха был сформирован за счет почвенного и симбиотического азота, поэтому вынос азота определяли по разнице между общим азотом в урожае (кг/га) и количеством, взятым из атмосферы. Соя при возделывании на светло-

каштановой почве сухостепной зоны Республики Тыва переходит на минеральное азотное питание и отчуждает на формирование основной и побочной продукции из почвы больше азота по сравнению с пшеницей. Эти различия обусловлены разной индивидуальной мощностью растений и неодинаковым содержанием азота в основной и побочной продукции сои и пшеницы (табл.2).

1. Содержание нитратного азота под посевами сои и гороха, мг $N-NO_3$ /кг

Культура	Агрофон	Глубина взятия проб, см	Весна	Лето	Осень
Соя	Без удобрений	0-20	19,6	1,5	10,2
		20-40	4,7	4,6	5,4
		40-60	1,8	2,7	3,6
		В слое 0-60	26,1	9,8	19,2
Горох	Без удобрений	0-20	8,1	22,5	9,2
		20-40	6,6	18,5	10,1
		40-60	1,5	4,7	4,5
		В слое 0-60	16,2	45,7	23,8

2. Баланс азота в светло-каштановой легкосуглинистой почве, кг N/га (полевой опыт 2009 -2012 гг.)

Культура	$N_{\text{общ}}$ в почве в начале вегетации	Приход		Всего $N_{\text{общ}}$ в почве	Расход			Общий расход (вынос + потери)	Содержание $N_{\text{общ}}$ в конце вегетации	Баланс (±)
		Поступление N с семенами	Поступление N с корневыми и пожнивными остатками		Вынос N с урожаем	Вымывание N из почвы за счет эрозии	Газообразные потери N из почвы			
Горох	6060	12,5	34,5	6107,0	114,0	5,0	6,0	125,0	6110	+128,0
Соя	6540	4,8	27,9	6572,7	110,1	5,0	6,0	121,0	6320	-131,6
Пшеница	6840	2,6	23,9	6866,5	47,4	5,0	6,0	68,0	6780	-28,1

Результаты сведения баланса азота почвы при выращивании гороха, сои и пшеницы с учетом непроемких потерь азота (газообразные потери и вымывание азота из почвы за счет эрозии) показывают, что баланс азота под горохом положительный, так как приходная статья превышает расходную. Установлено, что наибольшее количество фиксированного азота накапливается при выращивании гороха. Показано, что накопление азота в почве под посевами гороха связано с активизацией процессов биологической азотфиксации. Под соей и пшеницей создается отрицательный баланс по азоту, что обусловлено низким плодородием каштановых почв сухостепной зоны Республики Тыва. Дефицит азота под посевами сои и пшеницы связан с высоким односторонним выносом этого элемента. Лишь незначительная часть отчуждаемого с урожаем азота восполняется с корневыми и пожнивными остатками, в основном вынос превышает поступление, поэтому в изучаемых почвах наблюдается дефицитный баланс (см. табл.2).

Выводы. Установлено, что при возделывании исследуемых культур на каштановых почвах Республики Тыва под посевами гороха наблюдается положительный баланс азота, в то время как баланс азота под соей и пшеницей отрицательный. Возделывание гороха обеспечивает поступление в почву биологического азота и является важнейшим резервом, способствующим восстановлению плодородия почв. Соя при выращивании на каштановых почвах региона переходила на автотрофный тип питания. С целью активизации процесса,

связанного с обогащением почвы азотом за счет симбиотрофного сожительства сои с клубеньковыми бактериями, на исследуемых почвах рекомендуется перед посевом проводить инокуляцию семян.

Литература

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. /Е.В.Аринушкина. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 283 с. 2. Белек А. Н., Соловьева В. М., Порядина Е.А. Агроэкологический мониторинг почв земледельческой территории Республики Тыва // Агрохимический вестник. - 2017. - № 2. - С.55 - 58. 3. Волковинцев В.И. Степные криоаридные почвы. - Новосибирск: Наука, 1978. -208 с. 4. Кириллов М.К. Некоторые данные о микрофлоре почв Тувинской автономной области //Ученые записки Красноярского гос. пединститута. - Т.2. Красноярское книжное изд-во, 1953. - С. 78-88. 5. Методические указания по определению питательных веществ азота, фосфора, калия, гумуса, кальция. - М.: ЦИНАО, 2000. - 68 с. 6. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова - М.: Наука, 1968. - 531 с. 7. Петров Б.Ф. К характеристике почвенного покрова Тувинской автономной области (центральная и западная Тыва). - М.: Изд-во АН СССР, 1952 -74 с. 8. Серен К. Д., Игнатьев Л. А. Факторы регуляции продукционного процесса культуры сои (*Glycine hispida* Maxim) в сухостепной зоне Республики Тыва// Сибирский экологический журнал. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. - Т.17. - 23. - С.512 -522. 9. Треначев Е. П., Алейникова Л. Д. О вкладе биологического азота бобовых в плодородие почвы //Биологический азот в сельском хозяйстве СССР/ Под ред. акад. Е.Н. Мишустина. - М.: Наука, 1989. - С.8 - 15. 10. Треначев Е. П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. - М., 1999. - 532 с.

THE IMPACT OF THE CULTIVATION OF LEGUMINOUS CROPS ON THE FERTILITY OF LIGHT CHESTNUT SOILS IN THE DRY STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF TUVA

V.M. Solovieva, K.D. Seren, A.H. Belek, State Station of Agrochemical Service «Tuvinskaya» E – mail: agrohim_17@mail.ru

In the conditions of the dry-steppe zone of the Republic of Tuva, the features of the accumulation of nitrogen by annual leguminous crops and wheat on light chestnut soil have been studied. It is established that the balance of nitrogen under pea crops is positive, since the income item exceeds the expenditure. It is shown that the accumulation of nitrogen is associated with the activation of nitrogen fixation processes. The balance of nitrogen under soybean and wheat crops is negative. The reduction of nitrogen under soybean and wheat sowing is associated with low fertility of light chestnut soils and high unilateral nitrogen release of soil to form a crop.

Key words: chestnut soils, fertility, leguminous crops, biological nitrogen fixation, soil nitrogen, biological nitrogen, nitrogen balance.