

БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ – ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

BIOLOGIZATION OF AGRICULTURE AS THE BASIS OF SOIL FERTILITY PRESERVATION IN THE NON-CHERNOZEM ZONE

Ключевые слова: плодородие почв, солома, биологический азот, клевер, люцерна, лядвенец, сельское хозяйство.

Современное состояние земель подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв, а также улучшению общей экологической обстановки. Комплексная мелиорация земель должна включать мелиоративные мероприятия в сочетании с применением наукоемких аграрных технологий и технических средств, высокопродуктивных культур, расчетных доз удобрений, средств защиты растений. Однако современные условия ведения хозяйства не позволяют использовать комплексную мелиорацию в полной мере. Поэтому хозяйства все больше обращаются к биологической мелиорации. Цель исследования – планирование мероприятий по воспроизводству плодородия почв и расчет накопления биологического азота при выращивании многолетних бобовых трав в СПК «Колхоз «Верный путь» Куединского района Пермского края. Представлены данные по альтернативным источникам органического вещества, а также азота для культур, выращиваемых по бобовым предшественникам. Проведя анализ баланса органических удобрений в хозяйстве для сохранения органического вещества в почве, было рекомендовано применять солому пшеницы, ячменя и овса; заменить полностью или частично чистые пары сидеральными, а также запахивать отаву многолетних трав. Выращиваемые люцерна, клевер и лядвенец рогатый являются не только источниками органического вещества в почве, но и значительно обогащают почву азотом. Так, при выращивании люцерны обогащение почвы биологическим азотом составляет 255,7 кг/га, клевера – 259,2, лядвенца рогатого – 475,9 кг/га. Используя предло-

женный источник азота, можно получить дополнительную прибавку урожайности яровой пшеницы на уровне 1,6-3,0 т/га.

Keywords: soil fertility, straw, biological nitrogen, clover, alfalfa, bird's-foot, agriculture.

The current state of the lands proves the necessity of taking a set of measures to stabilize and restore agricultural lands which would increase soil fertility and improve the general environmental situation. Integrated land reclamation should include reclamation measures in combination with high-tech agricultural technologies and equipment, high-yielding crops, calculated rates of fertilizers and plant protection products. However, the existing conditions of farming do not allow carrying out integrated land reclamation to the full. Therefore, the farms increasingly turn to biological reclamation. The research goal was to plan the measures of soil fertility restoration and calculate the accumulation of biological nitrogen when growing legume perennial grasses on the cooperative farm SPK Kolkhoz "Vernyy put", Kuyedinskiy District of the Perm Region. The paper presents data on alternative sources of organic matter and nitrogen for crops grown after legume forecrops. Upon the analysis of organic fertilizer balance for soil organic matter preservation, it was advised to use the straw of wheat, barley and oats; to replace completely or partially bare fallows with green manure fallows, and to plow in the after-growth of perennial grasses. The grown alfalfa, clover and bird's-foot are not only sources of soil organic matter, but also greatly enrich the soil with nitrogen. When growing alfalfa, soil enrichment with biological nitrogen makes 255.7 kg ha, clover – 259.2, and bird's-foot – 475.9 kg ha. Using the proposed source of nitrogen, additional spring wheat yield increase may amount to 1.6-3.0 t ha.

Мудрых Наталья Михайловна, к.с.-х.н., доцент, каф. агрохимии, Пермская государственная сельскохозяйственная академия. Тел.: (342) 212-47-72. E-mail: nata020880@hotmail.com.

Mudrykh Natalya Mikhaylovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agro-Chemistry, Perm State Agricultural Academy. Ph.: (342) 212-47-72. E-mail: nata020880@hotmail.com.

Введение

Современное состояние земель сельскохозяйственного назначения подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв, а также улучшение общей экологической обстановки.

Площади кислых почв в Пермском крае составляют 1174,6 тыс. га; с низким содержанием гумуса – 1257,6; подвижного фосфора – 510,6; калия – 216,8 тыс. га [1]. По данным ФГБУ ГЦАС «Пермский», на 1 января 2015 г. в Куединском районе площади кислых почв составляют 84,3, с низким содержанием гумуса – 87,9, подвижного фосфора – 31,0, подвижного калия – 10,5 тыс. га [2].

Комплексная мелиорация земель должна включать коренное изменение природной среды, агромелиорацию, культуртехническую, биологическую мелиорации и мелиоративные мероприятия в сочетании с применением наукоёмких аграрных технологий и технических средств, высокопродуктивных культур, расчетных доз удобрений, средств защиты растений [3, 1, 4-6]. В современных экономических условиях ведения хозяйства использовать комплексную мелиорацию в полной мере не представляется возможным. Поэтому хозяйства все больше обращаются к биологической мелиорации. В соответствии с параметрами Государственной программы развития сельского хозяйства при прогнозируемом к 2020 г. расширении площадей, занимаемых бобовыми культурами, увеличении их урожайности и повышении долевого участия бобового компонента в травосмесях многолетних трав до 50% может быть накоплено 2700,2 тыс. т общего азота, в том числе 1662,1 тыс. т фиксированного азота. После распашки однолетних и многолетних трав и уборки зернобобовых культур с пожнивно-корневыми остатками в почве может быть накоплено 45,8 млн т органического вещества. С ним в почву поступит 814,0 тыс. т общего азота, из них 501,0 тыс. т фиксированного, который будет использоваться последующими культурами севооборота [7, 8].

Цель исследования – планирование мероприятий по воспроизводству плодородия почв и расчет накопления биологического азота при выращивании многолетних бобовых трав в СПК «Колхоз «Верный путь» Куединского района Пермского края.

Объекты и методы

Исследования проводили в СПК «Колхоз «Верный путь», расположенного в северно-западной части Куединского района Пермского края (рис. 1).

Территория хозяйства расположена в зоне умеренно-континентального климата с холодной продолжительностью зимой и коротким умеренно-теплым летом. По данным метеостанции г. Чернушка сумма температур выше 10°C составляет 1944°C, среднегодовое количество осадков 571 мм $ГК = 1,2$, указывающего на положительное соотношение тепла и влаги, что позволяет выращивать большинство сельскохозяйственных культур.

Объект исследований – многолетние бобовые культуры, выращиваемые в СПК «Колхоз «Верный путь». Накопление биологического азота определяли под люцерной изменчивой (сорт Уралочка), лядвинцем (сорт Солнышко) и клевером (сорт Пермский местный). Отбор растительных образцов проводили по элементарным участкам площадью 8 га, учёт урожайности многолетних трав – косвенным методом, изложенным А.С. Пискуновым [9]. В фиксированных растительных образцах определяли содержание общего азота.

Многочисленные исследования показывают, что вклад бобовых в азотный фонд почвы определяется азотом, оставляемым в корневых и пожнивных остатках культур [10]. На основе этого принципа расчёт обогащения почвы биологическим азотом бобовых (Ноб.) ведётся по формуле:

$N_{об.} = N_{пко} - (N_{бм} - N_{ур} \times K_{ф})$, (1)
где $N_{пко}$ – общий азот пожнивно-корневых остатков, кг/га;

$N_{ур}$ – общий азот в урожае, кг/га;

$N_{бм}$ – общий азот в биомассе растений (включая корни), кг/га;

$K_{ф}$ – коэффициент азотфиксации.

Вынос азота бобовыми культурами определяли по формуле:

вынос $N = N_{общ.} - (N_{общ.} \times K_{ф})$, (2)
где $N_{общ.}$ – общий азот в урожае бобовой культуры, включая побочную продукцию, кг/га.



Рис. 1. Месторасположение объекта исследований

Для расчета обогащения почвы биологическим азотом использовали коэффициент азотфиксации Хопкинса-Питерса равный 0,67.

Результаты и их обсуждение

Важным ресурсом сельскохозяйственного предприятия является земля. Она выступает в качестве главного средства производства, а также является основой производственной деятельности. Развитие любого сельскохозяйственного предприятия зависит от наличия сельскохозяйственных угодий, степени их использования, уровня плодородия, поэтому анализ размера и структуры земельных угодий делается в первую очередь [11].

Землепользование хозяйства представляет собой один компактный массив. По состоянию на 01.01.2016 г. общая площадь хозяйства 17316 га, в том числе сельскохозяйственных угодий – 10859 га, из них пашни – 8680 га, сенокосов – 1123 га, пастбищ – 1056 га (рис. 2).

Преобладающими почвами в хозяйстве являются дерново-подзолистые, которые характеризуются низким естественным плодородием и повышенной кислотностью почвенного раствора. По данным ФГУ ГЦАС «Пермский», на 1.01.2015 г. площади кислых почв занимают 1,4 тыс. га; с низким содержанием гумуса – 6,9; подвижного фосфора – 3,8; подвижного калия – 0,7 тыс. га.

Одним из путей повышения плодородия этих почв является использование научно обоснованной системы земледелия. Многолетними исследованиями установлено, что для сохранения (достижения запланированного уровня) гумуса необходимо проведение следующих мероприятий: введение в севообороты трав и в первую очередь многолетних, внесение органических удобрений, прогрессивная система обработки почвы, известкование кислых почв [12-19, 4].

В СПК «Колхоз «Верный путь» выращивают зерновые, зернобобовые культуры и травы. Расчеты показали, что почти половину посевов занимают однолетние и многолетние травы, причем на долю последних приходится 44% от общей площади посева трав, остальную часть занимают зерновые и зернобобовые культуры (рис. 3). Таким образом, для сохранения гумусного состояния почв в хозяйстве травосеяние активно применяется.

СПК «Колхоз «Верный путь» специализируется на выращивании мясомолочного скота. Всего в хозяйстве насчитывается 1987 гол. КРС, что позволяет вносить 15258 т в год. Это обеспечивает насыщенность 1 га пашни органическими удобрениями 1,8 т, что крайне недостаточно. Это привело к тому, что в хозяйстве сформировался острodefицитный баланс гумуса, который в 2015 г. составил -811,4 т. Низкий уровень гумуса в почвах отрицательно сказывается на почвенном плодородии, продуктивности пашни и эффективности применяемых минеральных удобрений. В хозяйстве применяют в основном солому озимой ржи и яровой пшеницы, ее накопление в хозяйстве составляет, соответственно, 2784,6 и 2497,5 т. Кроме указанных культур можно использовать солому озимой пшеницы, ячменя и овса. Накопление соломы этими культурами в 2015 г. составило 5041,1 т. Если бы хозяйство использовало всю солому, получаемую от зерновых культур, то оно могло бы получить в 2 раза больше органических удобрений растительного происхождения, чем имеет в настоящее время. Накопление соломы в отчетном году составило 10373,4 т, тогда насыщенность 1 га пашни с учетом органических удобрений животного происхождения составит 2,9 т. Однако для получения бездефицитного баланса гумуса этого количества также недостаточно.

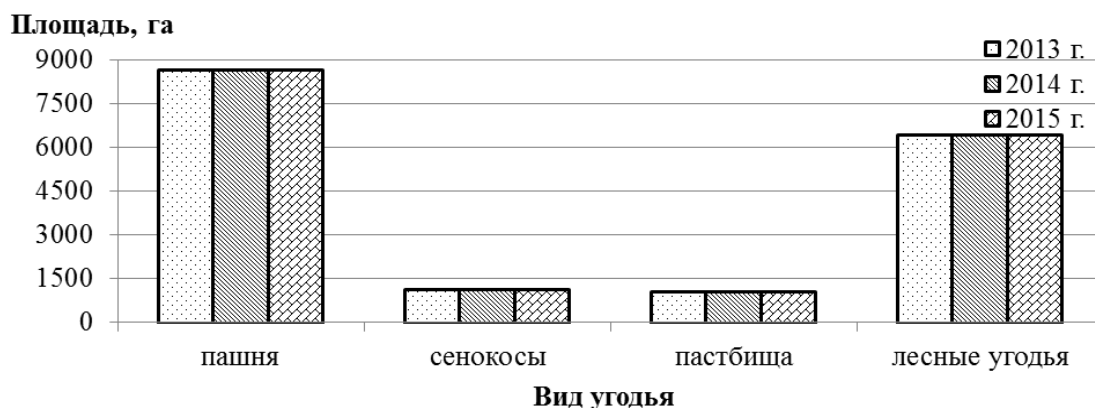
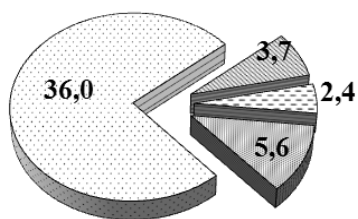


Рис. 2. Состав земельного фонда СПК «Колхоз «Верный путь», га



- однолетние травы
- многолетние злаковые травы
- многолетние бобовые травы
- смеси многолетних бобовых и злаковых трав

Рис. 3. Структура трав в СПК «Верный путь», %

Для того чтобы минимизировать деградацию почв, можно рекомендовать замену чистых паров занятыми, посевами сидеральных культур и запахивать отаву многолетних трав. Кроме сохранения плодородия почв последние могут решить еще одну важнейшую проблему – азотное питание растений. Уровень симбиотической азотфиксации бобовыми культурами весьма высок и может достигать 500-600 кг/га в год. При этом лидерами накопления биологического азота являются многолетние бобовые травы [20-24].

Урожайность многолетних бобовых трав в хозяйстве довольно низкая (2,4-4,9 т/га). Масса ПКО трав в 2,6-8,5 раз превышает массу, убранную с поля. Проведенный расчёт обогащения почвы биологическим азотом при выращивании бобовых трав показал, что при выращивании люцерны в почву поступает 407,0 кг/га азота, обога-

щение почвы биологическим азотом составляет 255,7 кг/га (табл.). Больше всего обогащает почву азотом люцерна рогатая (475,9 кг/га). Что можно объяснить, во-первых, высокой продуктивностью, во-вторых, пластичностью этой культуры к условиям произрастания.

Полный учёт пожнивно-корневых остатков с использованием поправочного коэффициента (2,0) позволяет характеризовать люцерну, клевер и люцерна рогатая как культуры, обеспечивающие значительную величину пополнения азота в почву.

Очень часто бобовые культуры являются предшественниками для зерновых культур. Поэтому стало интересно, какую урожайность зерновой культуры можно получить за счет общего биологического азота, поступающего в почву. Принимая коэффициент использования азота из растительных остатков последующей культурой равным 27%, находим, что растениями усвоено из ПКО: люцерны – 54,9 кг/га общего азота, в том числе 36,8 кг/га биологического; клевера – 77,6 и 52,0; люцерны рогатой – 99,7 и 66,8 кг/га соответственно. На формирование 1 т зерна пшеницы с соломой растения потребляют в среднем 33 кг/га азота. Тогда урожайность яровой пшеницы составит за счет общего азота 1,6-3,0 т/га зерна, за счет биологического азота – 1,1-2,0 т/га. Следует помнить, что не весь поступивший азот расходуется на формирование последующей культуры, и для увеличения доли его использования необходимо создавать оптимальные условия для разложения растительных остатков.

Таблица

Обогащение почвы биологическим азотом, кг/га

Показатель	Многолетние бобовые травы		
	люцерна	клевер 2-го г.п.	люцерна рогатая
Содержание азота в биомассе, в т.ч. биологического	254,6 170,6	363,5 243,5	427,4 286,4
Содержание азота в биомассе с учётом поправочного коэффициента (2,0), в т.ч. биологического	509,2 341,2	727,0 487,0	854,8 572,8
Содержание азота в основной продукции, в т.ч. биологического почвенного	51,1 34,2 16,9	76,0 50,9 25,1	58,0 38,9 19,1
Содержание азота в ПКО, в т.ч. биологического	203,5 136,3	287,5 192,6	369,4 247,5
Содержание азота в ПКО с учётом поправочного коэффициента (2,0), в т.ч. биологического	407,0 272,6	575,0 285,2	738,8 495,0
Обогащение почвы биологическим азотом с учётом поправочного коэффициента (2,0)	119,4 255,7	167,5 259,2	228,4 475,9

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Для сохранения уровня органического вещества в почве необходимо помимо используемых в хозяйстве органических удобрений вносить солому других зерновых культур, запахивать отаву многолетних трав и провести замену (возможно частичную) чистых паров на сидеральные.

При выращивании люцерны в почву поступает 407,0 кг/га азота, обогащение почвы биологическим азотом составляет 255,7 кг/га. Больше всего обогащает почву азотом люцерна рогатая (475,9 кг/га). Клевер по обогащению почвы азотом занимает промежуточное положение: поступление азота в виде растительных остатков составило 575,0 кг/га, а обогащение биологическим азотом – 259,2 кг/га. Используя предложенный источник азота, можно получить дополнительную прибавку урожайности яровой пшеницы на уровне 1,6-3,0 т/га.

Библиографический список

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и устойчивое развитие сельских территорий в Пермском крае. – Пермь, 2014. – 188 с.
2. Агрохимической службе Пермского края 50 лет. – Пермь: ФГБУ ГЦАС «Пермский», 2015. – 53 с.
3. Анкудович Ю.Н., Вервайн О.Д. Влияние известкования на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы Томского Приобья и продуктивность севооборота // Длительное применение удобрений. Агрохимические, агрономические и экологические аспекты. V агрохимические Прянишниковские чтения, посвящ. 145-летию со дня рождения Д.Н. Прянишникова: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 12-16 июля 2010 г.) / сост.: Л.Ф. Ашмарина и др.; под ред. акад. Россельхозакадемии Г.П. Гамзикова; Россельхозакадемия. Сиб. отд-ие. – Новосибирск, 2011. – С. 333-340.
4. Завьялова Н.Е. Методы управления режимом органического вещества и элементов питания, обеспечивающие сохранение плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья. – Пермь: ОТ и ДО, 2014. – 48 с.
5. Косолапова А.И. Проблемы сохранения плодородия дерново-подзолистых почв Предуралья // Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации

и наследие академика Д.Н. Прянишникова: тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию юбилею академика Д.Н. Прянишникова. – М.: ВНИИА, 2015. – С. 164-168.

6. Шевченко А.В. Контурно-мелиоративная система почвозащитного земледелия в агроландшафтах // Ломоносов – 2015: XXII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: тез. докладов. Секция «Почвоведение» (13-17 апреля 2015 г., г. Москва) / сост. Л.А. Поздняков; МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения. – М.: МАКС Пресс, 2015. – С. 162-163.

7. Завалин А.А. Биологический азот в балансе азота земледелия России // Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации и наследие академика Д.Н. Прянишникова. – М.: ВНИИА, 2015. – С. 146-151.

8. Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Шмырева Н.Я. Современное состояние проблемы азота в мировом земледелии // Агрохимия. – 2015. – № 5. – С. 83-95.

9. Пискунов А.С. Методы агрохимических исследований. – М.: КолосС, 2004. – 312 с.

10. Смирнов П.М. Вопросы агрохимии азот (в исследованиях с ¹⁵N). – М.: ТСХА, 1977. – 72 с.

11. Мудрых Н.М., Самофалова И.А. Экологическая организация системы «сельскохозяйственные животные – кормовые угодья – пашня» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (116). – С. 83-88.

12. Кирилов Н.А., Волков А.И. Приемы воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / VII Международная научно-практическая конференция (2-3 февраля 2012 г.). – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – Кн. 2. – С. 164-165.

13. Косолапова А.И., Попова С.И., Михайлова Л.А. Агроэкологическая роль полевых севооборотов в условиях опольных ландшафтов Предуралья // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 2 (94). – С. 7-9.

14. Леднев Н.А. Ковриго В.П., Леднев А.В. Влияние удобрений и сидерата на воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 3. – С. 21-24.

15. Русакова И.В. Ресурсосберегающие технологии использования растительных

остатков // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 3. – С. 40-42.

16. Русакова И.В. Воспроизводство плодородия почв на основе использования возобновляемых биоресурсов // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 4. – С. 7-12.

17. Тысленко Л.М., Новиков М.Н. Оценка средоулучшающих кормовых растений в системе хозяйственного использования воспроизводства плодородия почв // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 4. – С. 35-38.

18. Сафонов А.Ф. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: учебное пособие для практических занятий. – М.: Изд-во РГАУ МСХА, 2013. – 90 с.

19. Кузменко Н.Н. Эффективность длительного применения разных систем удобрений в льняном севообороте и их влияние на изменение запасов гумуса в дерново-подзолистой почве // *Агрохимия*. – 2014. – № 4. – С. 35-39.

20. Биологический азот и его роль в земледелии / под общ. ред. Е.Н. Мишустина. – М.: Наука, 1967. – 366 с.

21. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Рос. акаде. с.-х. наук; Сиб. отд-ние; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 790 с.

22. Соколов О.А., Шмырева Н.Я., Завалин А.А., Черников В.А. Роль симбиотического азота и устойчивость его циклов при выращивании многолетних трав на склоне // *Плодородие*. – 2016. – № 1 (88). – С. 50-52.

23. Мудрых Н.М., Самофалова И.А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечерноземной зоны России (обзор) // *Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник*. – 2017. – № 1 (17). – С. 88-97.

24. Жандарова С.В., Сахнюкова Е.Н., Морковкин Г.Г. Влияние однолетних сидератов на динамику запасов минеральных форм азота в почве // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / VIII Международная научно-практическая конференция (6-7 февраля 2013 г.)*. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – Кн. 2. – С. 330-331.

References

1. Gosudarstvennaya programma razvitiya selskogo khozyaystva i ustoychivoe razvitie selskikh territoriy v Permskom krae. – Perm, 2014. – 188 s.

2. *Agrokhimicheskoy sluzhbe Permskogo kraya 50 let*. – Perm: FGBU GTsAS «Permskiy», 2015. – 53 s.

3. Ankudovich Yu.N., Vervayn O.D. Vliyanie izvestkovaniya na agrokhimicheskie svoystva dernovo-podzolistoy pochvy Tomskogo Priobya i produktivnost sevooborota // *Dlitelnoe primeneniye udobreniy. Agrokhimicheskie, agronomicheskie i ekologicheskie aspekty. V agrokhimicheskie Pryanishkovskie chteniya, posvyashch. 145-letiyu so dnya rozhdeniya D.N. Pryanishnikova: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Novosibirsk, 12-16 iyulya 2010 g.) / Rosselkhozakademiy. Sib. otd-ie; sost.: L.F. Ashmarina i dr.; pod red. akad. Rosselkhozakademii G.P. Gamzikova*. – Novosibirsk, 2011. – S. 333-340.

4. Zavyalova N.E. Metody upravleniya rezhimom organicheskogo veshchestva i elementov pitaniya, obespechivayushchie sokhraneniye plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv Preduralya. – Perm: OT i DO, 2014. – 48 s.

5. Kosolapova A.I. Problemy sokhraneniya plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv Preduralya // *Fundamentalnye issledovaniya po sozdaniyu novykh sredstv khimizatsii i nasledie akademika D.N. Pryanishnikova. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 150-letnemu yubileyu akademika D.N. Pryanishnikova*. – M.: VNIIA, 2015. – S. 164-168.

6. Shevchenko A.V. Konturno-meliorativnaya sistema pochvozashchitnogo zemledeliya v agrolandshaftakh // *Lomonosov – 2015: XXII Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh uchenykh: Sektsiya «Pochvovedeniye»; 13-17 aprelya 2015 g.* – Moskva, MGU imeni M.V. Lomonosova, fakultet pochvovedeniya: *Tezisy dokladov / Sost. L.A. Pozdnyakov*. – M.: MAKS Press, 2015. – S. 162-163.

7. Zavalin A.A. Biologicheskiy azot v balanse azota zemledeliya Rossii // *V sb. Fundamentalnye issledovaniya po sozdaniyu novykh sredstv khimizatsii i nasledie akademika D.N. Pryanishnikova*. – M.: VNIIA, 2015. – S. 146-151.

8. Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Shmyreva N.Ya. i dr. *Sovremennoe sostoyaniye problemy azota v mirovom zemledelii // Agrokhimiya*. – 2015. – № 5. – S. 83-95.

9. Piskunov A.S. *Metody agrokhimicheskikh issledovaniy*. – M.: KolosS, 2004. – 312 s.

10. Smirnov P.M. *Voprosy agrokhimii azot (v issledovaniyakh s 15N)*. – M.: TSKhA, 1977. – 72 s.

11. Mudrykh N.M., Samofalova I.A. *Ekologicheskaya organizatsiya sistemy «selskokhozyaystvennye zhivotnye –*

kormovye ugodya – pashnya» // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 6 (116). – S. 83-88.

12. Kirilov N.A., Volkov A.I. Priemy vosproizvodstva plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / VII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (2-3 fevralya 2012 g.). – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – Kn. 2. – S. 164-165.

13. Kosolapova A.I., Popova S.I., Mikhaylova L.A. i dr. Agroekologicheskaya rol polevykh sevooborotov v usloviyakh opolnykh landshaftov Preduralya // Agrarnyy vestnik Urala. – 2012. – № 2 (94). – S. 7-9.

14. Lednev N.A. Kovrigo V.P., Lednev A.V. Vliyanie udobreniy i siderata na vosproizvodstvo plodorodiya dernovo-podzolistykh pochv // Vestnik Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk. – 2012. – № 3. – S. 21-24.

15. Rusakova I.V. Resursosberegayushchie tekhnologii ispolzovaniya rastitelnykh ostatkov // Agrokhimicheskyy vestnik. – 2012. – № 3. – S. 40-42.

16. Rusakova I.V. Vosproizvodstvo plodorodiya pochv na osnove ispolzovaniya vozobnovlyaemykh bioresursov // Agrokhimicheskyy vestnik. – 2013. – № 4. – S. 7-12.

17. Tyslenko L.M., Novikov M.N. Otsenka sredouluchshayushchikh kormovykh rasteniy v sisteme khozyaystvennogo ispolzovaniya vosproizvodstva plodorodiya pochv // Agrokhimicheskyy vestnik. – 2013. – № 4. – S. 35-38.

18. Safonov A.F. Vosproizvodstvo plodorodiya pochv agrolandshaftov: uchebnoe posobie dlya prakticheskikh zanyatyy. – M.: Izd-vo RGAU MSKhA, 2013. – 90 s.

19. Kuzmenko N.N. Effektivnost dlitel'nogo primeneniya raznykh sistem udobreniy v lnyanom sevooborote i ikh vliyanie na izmenenie zapasov gumusa v dernovo-podzolistoy pochvy // Agrokhimiya. – 2014. – № 4. – S. 35-39.

20. Biologicheskyy azot i ego rol v zemledelii / pod obshch.red. E.N. Mishustina. – M.: Nauka. 1967. – 366 s.

21. Gamzikov G.P. Agrokhimiya azota v agrotsenozakh / Ros. akad. s.-kh. nauk, Sib. otd-nie. Novosib. gos. agrar. un-t. – Novosibirsk, 2013. – 790 s.

22. Sokolov O.A., Shmyreva N.Ya., Zavalin A.A., Chernikov V.A. Rol simbioticheskogo azota i ustoychivost ego tsiklov pri vyrashchivani mnogoletnikh trav na sklone // Plodorodie. – 2016. – № 1 (88). – S. 50-52.

23. Mudrykh N.M., Samofalova I.A. Opyt ispolzovaniya rastitelnykh ostatkov v pochvakh Nechernozemnoy zony Rossii (obzor) // Nauchno-prakticheskyy zhurnal Permskiy agrarnyy vestnik. – 2017. – № 1 (17). – S. 88-97.

24. Zhandarova S.V., Sakhnyukova E.N., Morkovkin G.G. Vliyanie odnoletnikh sideratov na dinamiku zapasov mineralnykh form azota v pochve // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sbornik statey: v 3 kn. / VIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (6-7 fevralya 2013 g.). – Barnaul: RIO AGAU, 2013. – Kn. 2. – S. 330-331.



УДК 636:631.416.9(571.15)

А.А. Томаровский, С.Ф. Спицына, Г.В. Оствальд
A.A. Tomarovskiy, S.F. Spitsyna, G.V. Ostwald

**СПЕЦИФИКА МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ
ЕСТЕСТВЕННЫХ ЦЕНОЗОВ И АГРОЦЕНОЗОВ
В ЗОНАХ СУХОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

**SPECIFIC FEATURES OF PLANT TRACE ELEMENT COMPOSITION
IN NATURAL AND AGRICULTURAL CENOSIS IN THE ZONES OF DRY
AND FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: биогеоценозы, агроценозы, микроэлементный состав растений, бор, медь, молибден, марганец, цинк, кобальт, коэффициент биологического поглощения, зона сухой степи, зона колючной степи.

Keywords: biogeocenosis, agro-cenosis, trace element composition of plants, boron, copper, molybdenum, manganese, zinc, cobalt, biological absorption coefficient, dry steppe zone, forest-outlier steppe zone.