

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОД ВЛИЯНИЕМ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Е. В. КРАВЦОВА, соискатель,

Л. В. РУДАКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Азово-Черноморский инженерный институт –

филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде

(347740, г. Зерноград, ул. Ленина, д. 21; e-mail: lena.le2011na.kravtsova@mail.ru)

**Ключевые слова:** эспарцет, рапс, горчица белая, нут, злако-бобовая смесь, урожай зеленого удобрения, общая биомасса, поступление питательных веществ, содержание гумуса, азот, фосфор, калий, элементы питания.

Российские классики земледелия понимали плодородие почвы в первую очередь как определенное ее состояние: соответствующий баланс органического вещества, высокая микробиологическая активность почвы, оптимальное физическое состояние, ненарушенное строение почвы. И действительно, практика показала: если все это есть, то вне нашей воли почва начинает работать [1]. Влияние минеральных удобрений оценивается так, что они играют важную роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур, но не могут существенно повысить плодородие почвы. Поэтому использование сидеральных культур как дополнительного источника органического удобрения способно обеспечить сохранение и повышение плодородия чернозема обыкновенного. Это также ценный предшественник для сельскохозяйственных культур, улучшающий структуру почвы и ее плодородие. Но для этого необходимо увеличение их доли в структуре посевных площадей. Приведенные результаты исследований показывают, наибольшим накоплением биомассы к моменту заделки обладали сидераты эспарцет (24,6 т/га) и рапс (23,8 т/га). Эспарцет обеспечил наибольшее поступление питательных веществ в почву: в среднем 271 кг/га азота, 72 кг/га фосфора и 153 кг/га калия. Применение сидератов обеспечивает увеличение содержания гумуса в почве по сравнению с контролем на 0,13–0,37 %. Благодаря сидеральным культурам и образовавшемуся органическому веществу улучшается гумусовое состояние, что делает эти растения ценным удобрительным материалом для многих сельскохозяйственных культур. Органическое вещество сидератов способствовало увеличению содержания в почве нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Необходимо использовать зеленое удобрение по типу полупара для повышения плодородия чернозема обыкновенного и урожайности сельскохозяйственных культур.

## CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS THE CHERNOZEM ORDINARY UNDER THE INFLUENCE OF SIDERALNY CULTURES

E. V. KRAVTSOVA, the applicant,

L. V. RUDAKOVA, candidate of agricultural sciences, associate professor,

Azov – Black sea engineering Institute – branch of Don State Agrarian University in Zernograd

(21 Lenina Str., 347740, Zernograd; e-mail: lena.le2011na.kravtsova@mail.ru)

**Keywords:** cock's head, colza, mustard white, chick-pea, cereal-bean mix, harvest of green fertilizer, general biomass, intake of nutrients, maintenance of a humus, nitrogen, phosphorus, potassium, batteries.

The Russian classics of agriculture understood fertility of the soil, first of all, as its certain state: corresponding balance of organic matter, high microbiological activity of the soil, optimum physical condition, undisturbed structure of the soil. And, really, practice showed – if all this is, then out of our will the soil begins to work [1]. Influence of mineral fertilizers is estimated so that they play an important role in increase in efficiency of crops, but cannot significantly increase fertility of the soil. Therefore use the green manure of cultures as additional source of organic fertilizer is capable to provide preservation and increase in fertility of the chernozem ordinary. This is also valuable predecessor for crops improving structure of the soil and its fertility. But for this purpose increase in their share in structure of acreage is necessary. The given results of researches show, the greatest accumulation of biomass by the time of seal green manure a cock's head (24.6 t/ha) and colza (23.8 t/ha) possessed. The cock's head provided the greatest intake of nutrients to the soil: in average 271 kg/ha of nitrogen, 72 kg/ha of phosphorus and 153 kg/ha of potassium. Application of green manure provides increase the maintenance of a humus in the soil in comparison with control for 0.13–0.37 %. Thanks to green manure cultures and the formed organic matter the humic state improves that does these plants by valuable fertilizer material for many crops. Organic matter of green manure promoted increase in contents in the soil of nitrate nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium. It is necessary to use green fertilizer as a semi-pair for increase in fertility of the chernozem ordinary and productivity of crops.

Положительная рецензия представлена Е. В. Ионовой, доктором сельскохозяйственных наук, заместителем директора Аграрного научного центра «Донской» по науке по растениеводству.

**Введение**

Сохранение и поддержание органического вещества в почве является одной из наиболее актуальных проблем современного сельского хозяйства. Интенсивное использование обыкновенного чернозема приводит к увеличению процесса минерализации, вызывая разложение как свежих органических остатков в почве, так и гумуса [2, 3]. Чернозем – основной пахотный фонд нашей страны. Эти почвы в прошлом веке при интенсивном использовании пережили сельскохозяйственную деградацию гумусового состояния [4].

Зеленое удобрение имеет несколько целей и несколько значений. Ни одна культура не может решить все проблемы плодородия почвы, поэтому необходимо определить, какое воздействие требуется в первую очередь, и выбрать подходящую культуру или определить смесь культур. Эффект зеленого удобрения также зависит от возраста растений. Когда растения молодые и свежие, они богаты азотом, а также хорошо разлагаются в почве и быстро выделяют азот. Две группы культур являются наиболее подходящими для использования в качестве зеленого удобрения:

бобовые, дающие зеленую массу, богатые питательными веществами, и капуста – с быстрым ростом и высокой урожайностью зеленой массы [5, 6]. В современных условиях в сельском хозяйстве выращиваются преимущественно экономически эффективные культуры, которые истощают почву. Решение этой проблемы требует не только максимального уровня использования материально-технических ресурсов, но и поиска дополнительных возможностей для сохранения и улучшения плодородия почв [7, 8, 9]. Существенным источником пополнения органического вещества и улучшения агрохимических свойств почвы может являться использование зеленого удобрения (сидератов).

**Цель и методика исследований**

Целью исследований являлось изучение эффективности зеленого удобрения на повышение плодородия чернозема обыкновенного. На экспериментальном участке в качестве контроля использовались растительные остатки зерновых культур (солома), в качестве зеленого удобрения использовали сидеральные культуры – эспарцет, рапс, горчицу белую, нут и злако-бобовую смесь (яровой ячмень + горох).

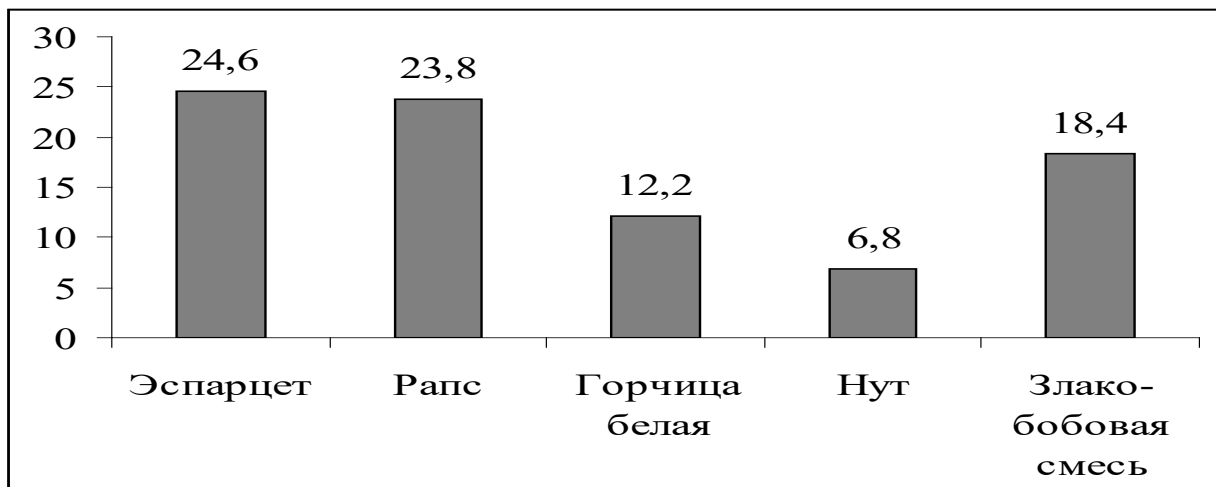


Рис. 1. Урожайность зеленой массы сидеральных культур до заделки в почву, т/га (2014–2016 гг.)

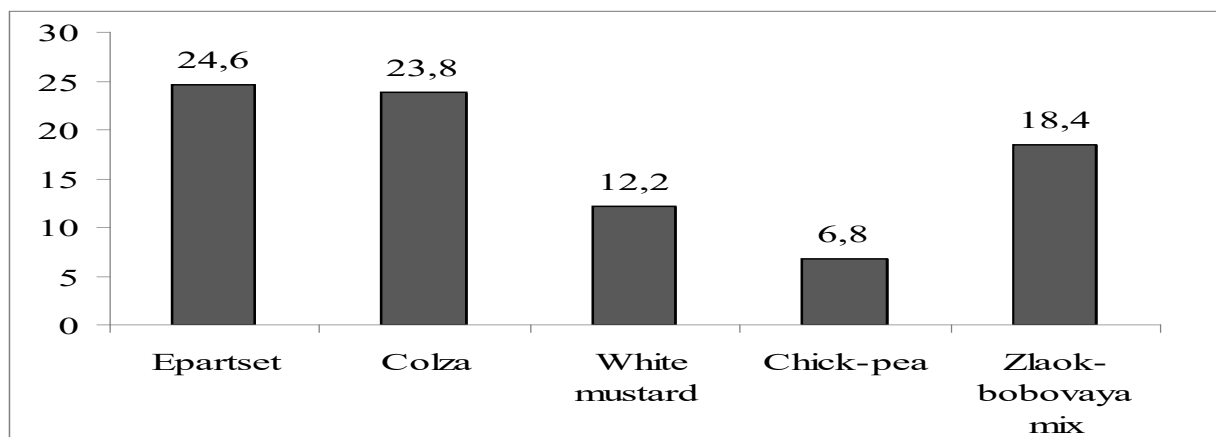


Fig. 1. Productivity of green material of green manure cultures before seal to the soil, t/ha (2014–2016)

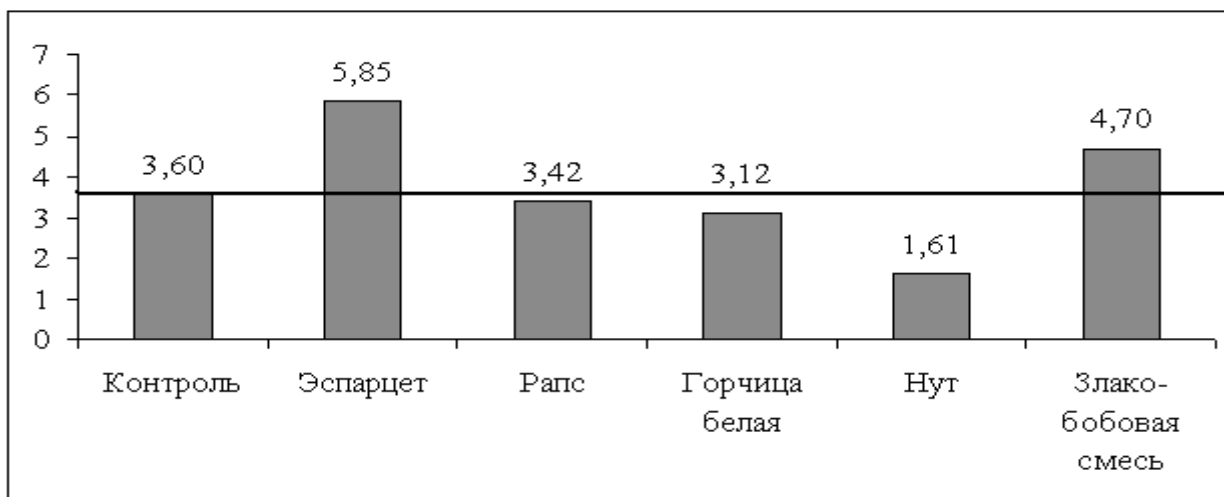


Рис. 2. Формирование общей биомассы разными сидеральными культурами, т/га (2014–2016 гг.)

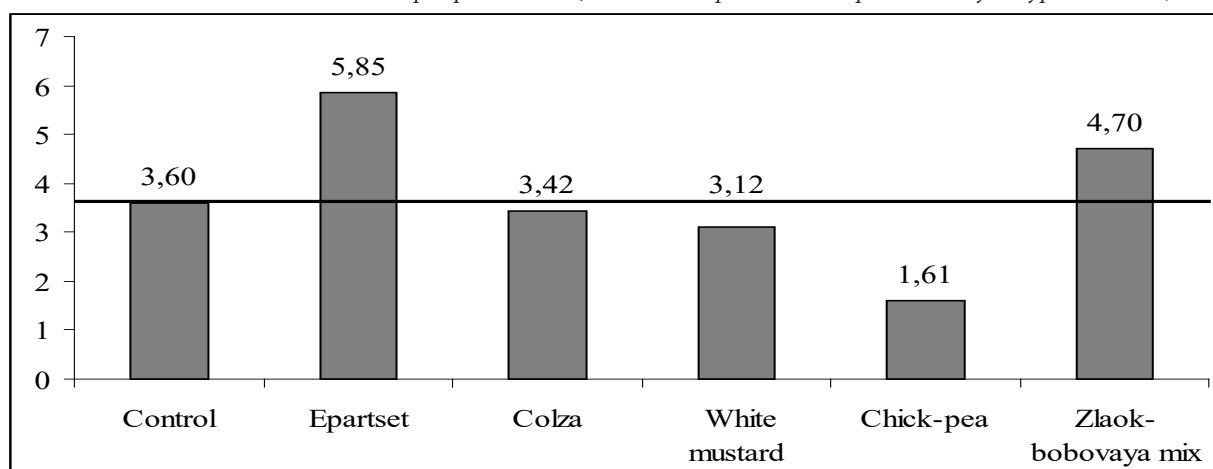


Fig. 2. Formation of the general biomass different green manure cultures, t/hectare (2014–2016)

Анализ почвенных образцов по вариантам опыта осуществляли в слое 0–40 см. Исследования проводили в 2014–2016 гг. в Агротехнологическом центре Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ» в г. Зернограде. Почва экспериментального участка – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый [10]. Площадь исследуемой учетной делянки составляла 364 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Посев сидеральных культур осуществляли в оптимальные сроки, рекомендованные для южной зоны Ростовской области. Перед посевом сидеральных культур вносили минеральное удобрение аммиачную селитру 100 кг/га в физическом весе. В период бутонизации – начала цветения сидераты заделывали в почву на глубину 16–18 см с применением тяжелых дисковых борон БДТ-4. Через месяц было проведено второе дискование сидеральных культур для лучшего разложения растительных остатков. После заделки зеленой массы почву обрабатывали по типу полупара.

Учет урожайности зеленой массы сидератов проводился с использованием метода учета площадок размером 0,25 м<sup>2</sup> по данным экспериментального проекта, четырехкратного. В растительной массе си-

деральных культур перед заделкой ее в почву определяли содержание азота, фосфора и калия, и сухого вещества. После заделки в почву зеленой массы через 1 месяц определяли содержание азота нитратного, фосфора подвижного, калия обменного и содержание гумуса в почве. Определение содержания азота, фосфора и калия в растениях по методике ЦИНАО.

Почвенный анализ соответствовал государственным стандартам: азот нитратный в почве – ГОСТ 26951-86, фосфор подвижный и калий обменный в почве – ГОСТ 29205-91, содержание гумуса – по методике Тюрина в модификации Симакова.

Все виды анализов выполнялись в аттестованной учебно-научно-производственной агротехнологической лаборатории Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской ГАУ».

#### Результаты исследований

Исследования показали, что в течение вегетационного периода сидеральных культур формируют различное количество зеленой биомассы (рис. 1).

Установлено, что наибольшее поступление зеленой массы было обеспечено эспарцетом – 24,6 т/га и рапсом – 23,8 т/га, наименьшее было по нуту – 6,8 т/га. Горчица белая и злако-бобовая смесь зани-

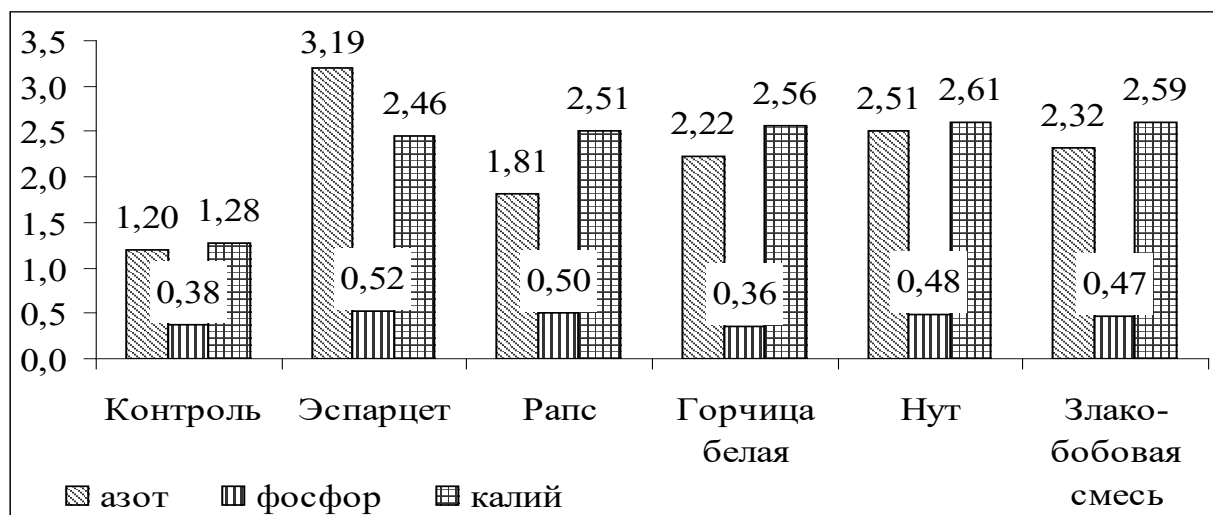


Рис. 3. Содержание азота, фосфора и калия в зеленой массе сидеральных культур, % (2014–2016 гг.)

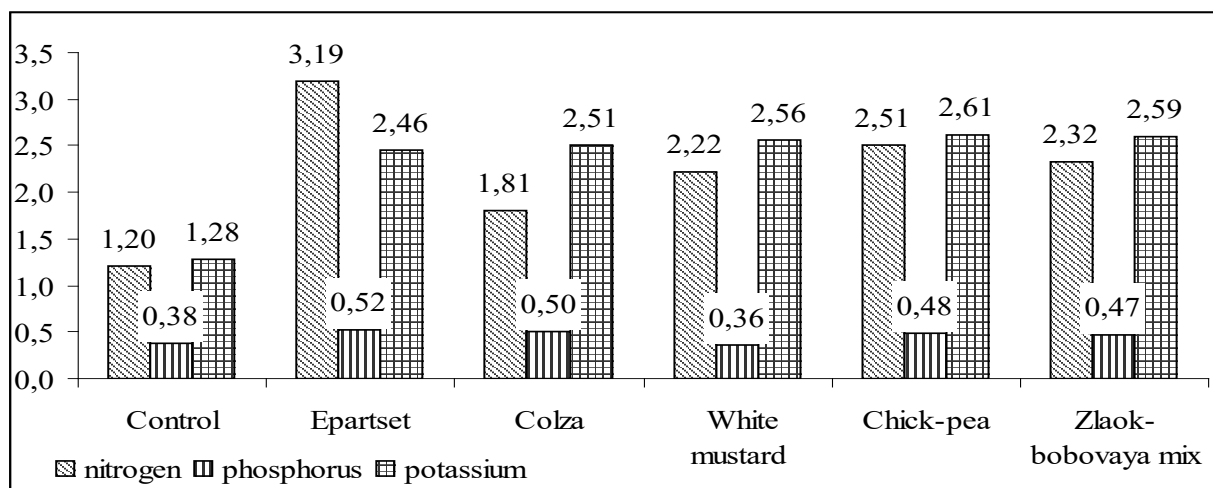


Fig. 3. Content of nitrogen, phosphorus and potassium in green material the green manure of cultures, % (2014–2016)

мали промежуточное положение и сформировали 12,2 и 18,4 т/га зеленой массы соответственно.

В пересчете на воздушно-сухое вещество биомасса эспарцета существенно превышала контроль (3,60 т/га), что доказывает  $HCP_{05} = 2,07$  т/га (рис. 2).

Больше, чем на контроле, однако не существенно, было сформировано воздушно-сухой массы в варианте с злако-бобовой смесью (4,70 т/га), самую низкую массу сформировал нут (1,61 т/га) (рис. 2).

Химический состав растений зависел от фазы развития на момент заделки их в почву. Сидераты, достигшие фазы цветения, разлагаются быстро в почве.

За годы исследования максимальное содержание азота и фосфора отмечено у эспарцета (3,19 % и 0,52 % соответственно), а по калию – у нута (2,61 %). Низкое содержание элементов питания составило по азоту – у рапса 1,81 %, по фосфору – у горчицы 0,36 %, по калию – у эспарцета 2,46 %, также и по контролю (солома) – 1,20; 0,38 и 1,28 % соответственно) (рис. 3).

Количество питательных веществ зеленого удобрения зависело не только от урожайности зеленой массы, но и от химического состава биомассы.

На содержание в зеленой массе азота, фосфора и калия после анализа было установлено, что с общей биомассой сидеральных культур поступление основных питательных веществ в почву было равномерно.

Наибольшее количество питательных веществ было обеспечено бобовой культурой – эспарцетом, с остатками которого 271 кг/га азота, 72 кг/га фосфора, 153 кг/га калия поступило в почву (рис. 4).

Среди сидератов наименьшее поступление питательных веществ в почву было отмечено после нута: азот – 53 кг/га, фосфор – 21 кг/га и калий – 45 кг/га, а самое наименьшее было в контрольном варианте: азот – 41, фосфор – 12 и калий – 41 кг/га.

Таким образом, было установлено, что сидеральные культуры в течение короткого вегетационного периода могут накапливать 1,61–5,85 т/га сухой воздушной массы, из которых 119–456 кг/га питательных веществ улучшают эффективное плодородие почвы.

Известно, что зеленые удобрения обогащают почву не только азотом, но и в определенной степени другими важными химическими элементами.

В наших исследованиях влияние изучаемых сидеральных культур на обеспеченность растений до-

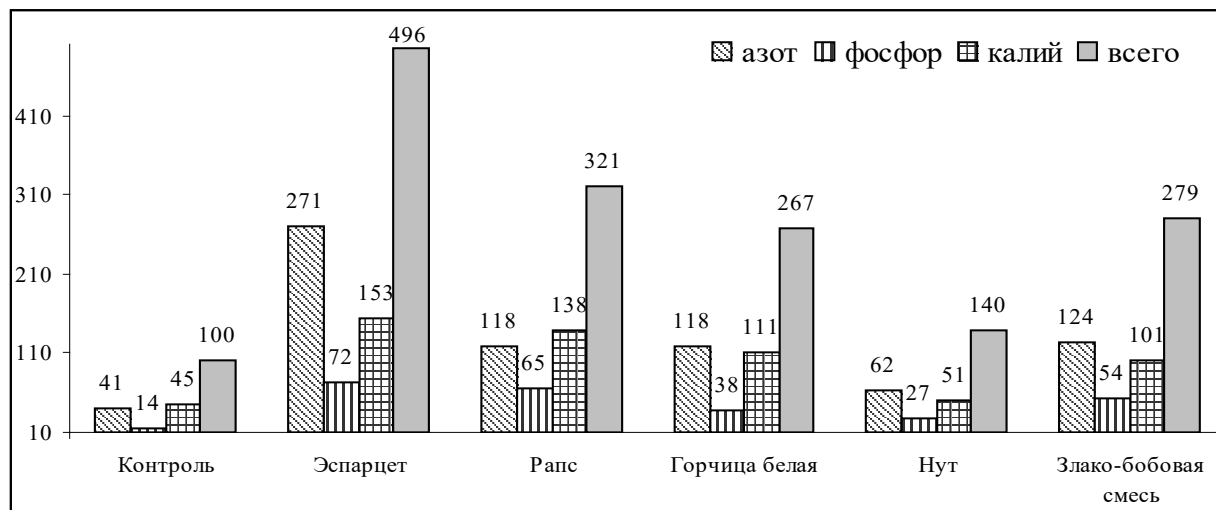


Рис. 4. Поступление основных питательных веществ в почву, кг/га (2014–2016 гг.)

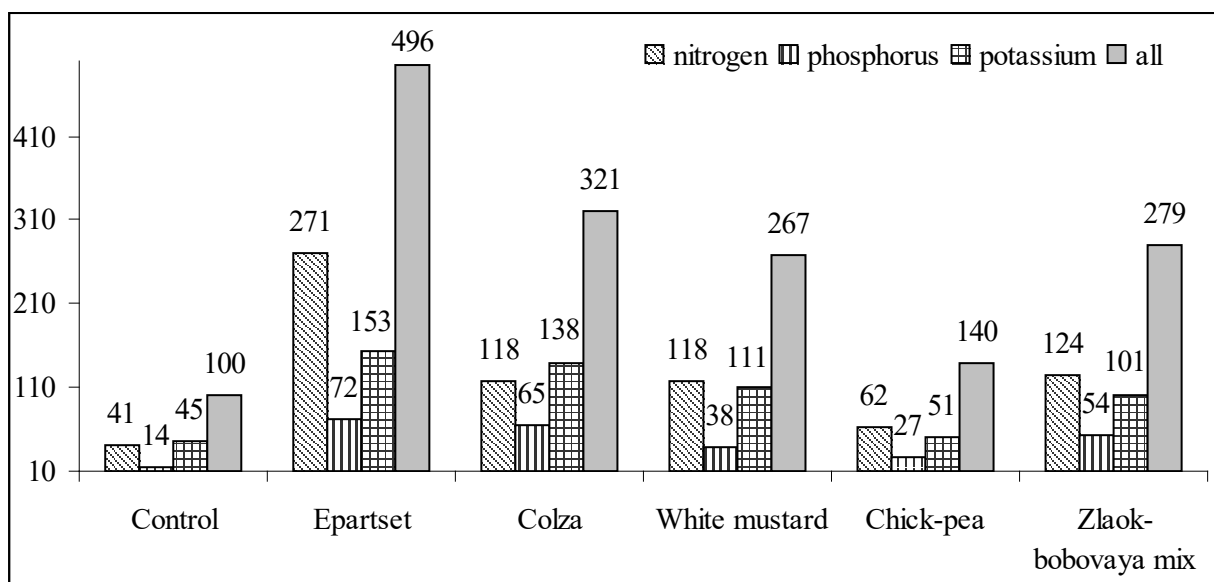


Fig. 4. Intake of the main nutrients to the soil, kg/hectare (2014–2016)

ступными формами элементов питания проводили, где в качестве контроля была заделка соломы.

В годы исследований самое низкое содержание гумуса,  $N-NO_3$ ,  $P_2O_5$  и  $K_2O$  было отмечено по контрольному варианту, а по сидеральным культурам содержание элементов питания увеличивалось (рис. 5).

Применение сидеральных культур на зеленое удобрение способствовало незначительному увеличению содержания гумуса в слое почвы 0–40 см по сравнению с контролем (3,36 %) и составило с 3,49 до 3,73 %. Наивысшим этот показатель был по рапсу – 3,73 %.

Зеленое удобрение – важнейший источник гумуса и азота в почве. При запашке высоких урожаев зеленой массы сидератов (рис. 6).

Обогащение почвы элементами питания за счет зеленого удобрения также повлияло на их содержание в слое почвы 0–40 см: содержание азота нитратного составило от 18,9 до 32,5 мг/кг; подвижного фосфора – от 28,3 до 44,5 мг/кг; калия обменного –

406–486 мг/кг. Все сидеральные культуры превышали контрольный вариант: 8,0 мг/кг, 22,0 мг/кг и 354 мг/кг почвы соответственно.

Полученные результаты указывают на то, что использование зеленого удобрения позволяет восстановить плодородие почвы, так как при разложении органического вещества в почве увеличивается содержание гумуса и основных элементов питания, доступные последующим сельскохозяйственным культурам.

#### Выводы. Рекомендации

Применение сидеральных культур в качестве зеленого удобрения позволяет внести органическое вещество в почву в количестве 24,6 т/га после эспарцета и 23,8 т/га рапс.

С этими сидеральными культурами в почву будут поступать питательные вещества: 118–271 кг/га азота, 65–72 кг/га фосфора и 138–153 кг/га калия.

Применение сидератов увеличивает содержание гумуса в почве по сравнению с контролем на 0,13–0,37 %.

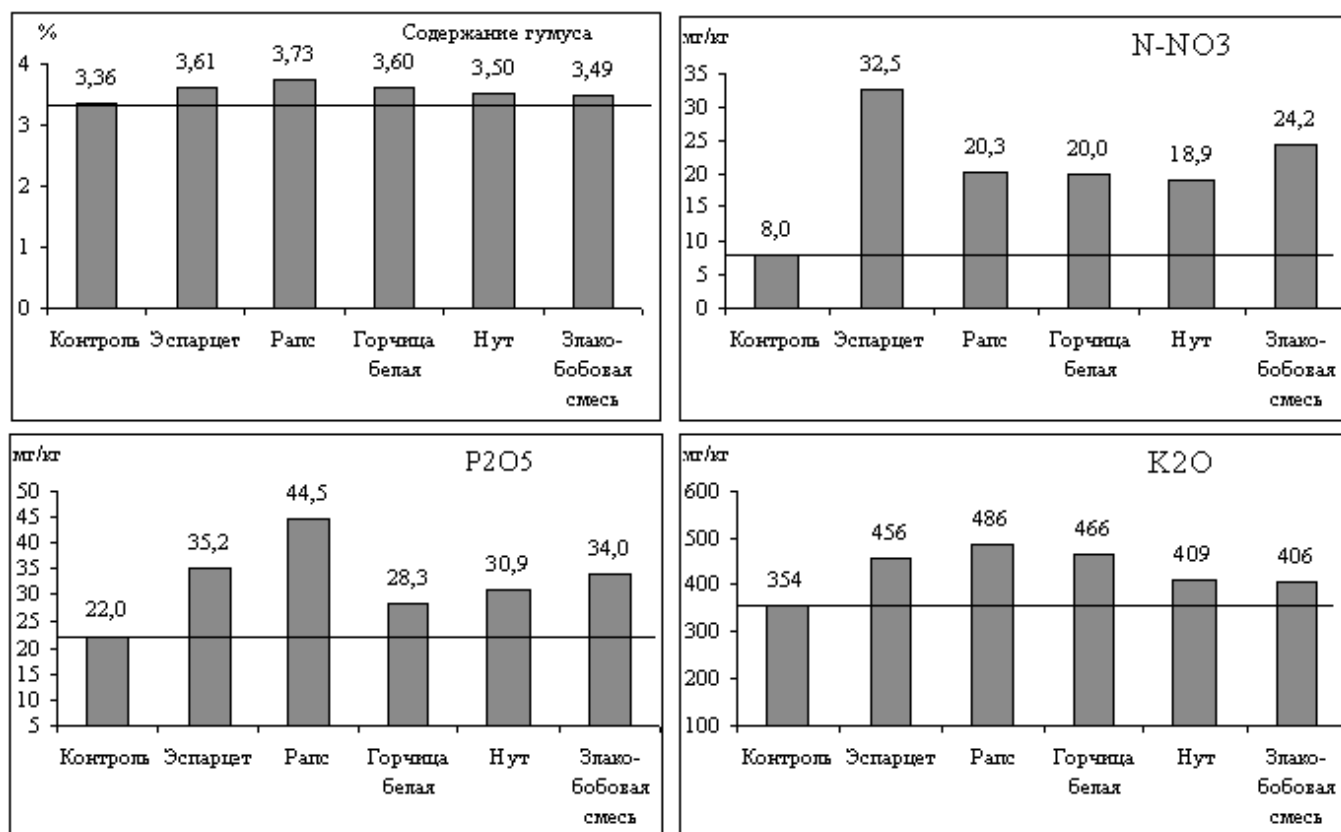


Рис. 5. Влияние зеленого удобрения на содержание гумуса и питательных веществ в почве, в слое 0–40 см, (2014–2016 гг.)

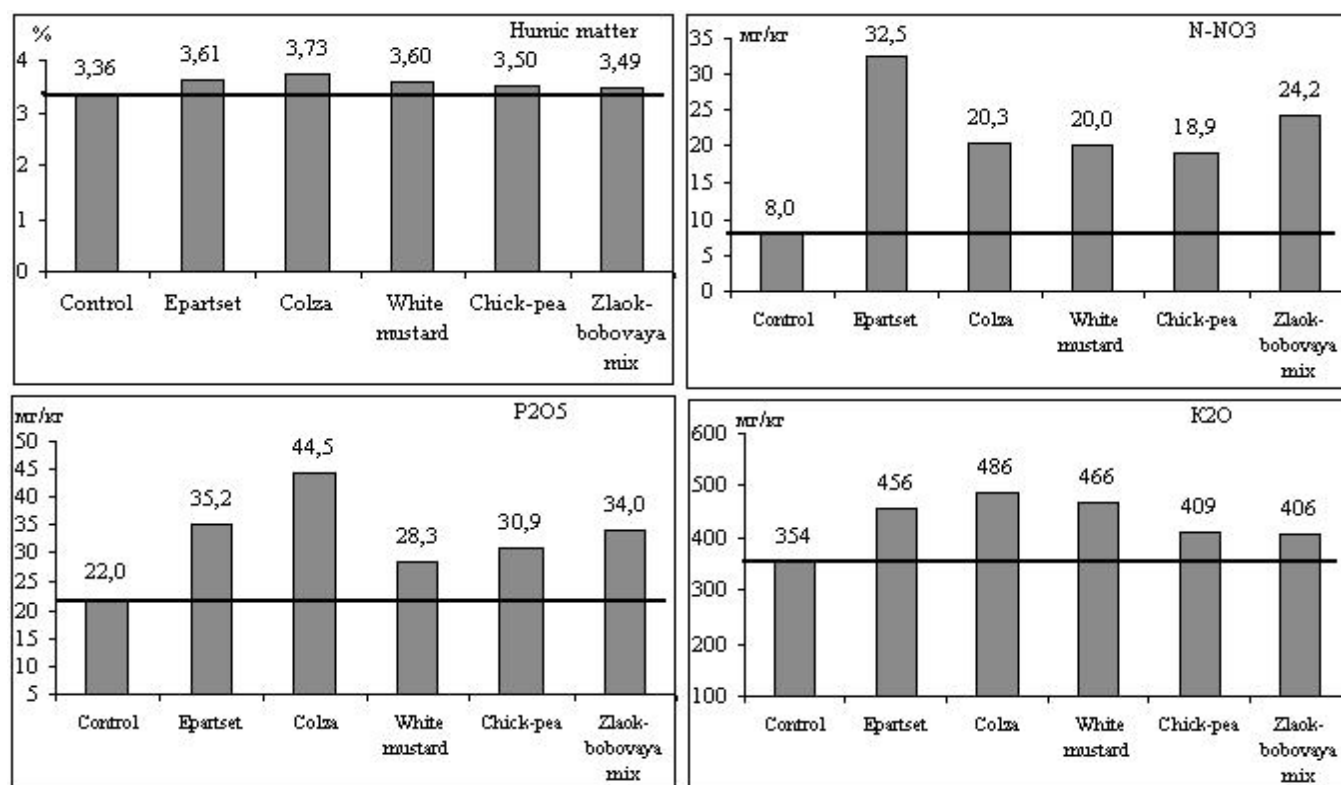


Fig. 5. Influence of green fertilizer on the maintenance of a humus and nutrients in the soil, in a layer of 0–40 cm (2014–2016)





Рис. 6. Заделка сидеральных культур в почву БДТ-4  
Fig. 6. Seal the green manure of cultures to DHH-4 soil

Заделка сидеральных культур обеспечила повышенное (по сравнению с контролем) содержание элементов питания в доступной форме. Максимальное содержание нитратного азота 32,5 мг/кг отмечено после эспарцета, а подвижного фосфора 44,5 мг/кг и обменного калия 486 мг/кг – после рапса.

Полученные результаты позволяют предложить использовать зеленое удобрение по типу полупара

для повышения плодородия чернозема обыкновенного. Благодаря сидеральным культурам образуется органическое вещество, которое попадает при заделке в почву и с помощью микроорганизмов передает свою энергию почве в качестве образовавшегося гумуса, что делает ценным удобрительным материалом для многих сельскохозяйственных культур.

#### Литература

1. Васюков П. П. Биологические факторы воспроизводства плодородия почвы в Краснодарском крае: рекомендации. – Краснодар, 2018. – 41 с.
2. Дедов А. А., Несмеянова М. А., Дедов А. В., Воронин В. И. Влияние приемов биологизации и различных способов обработки почвы на показатели плодородия и урожайности культур севооборотов // Вестник Воронежского государственного университета. 2016. № 3 (50). С. 47–56.
3. Киреев А. К., Тыныбаев Н. К., Жусупбеков Е. К. Содержание питательных элементов в надземной биомассе и корневых остатков сидеральных культур // Наука и мир. 2017. № 3 (43). С. 24–26.
4. Довгополая Е. А. Эколого-экономические аспекты повышения плодородия почв на мелиорируемых территориях Ростовской области // Экономика и экология территориальных образований. № 4. 2015. С. 149–152.
5. Турусов В. И [и др.] Пар как прием повышения плодородия почвы и продуктивности озимой пшеницы // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3 (45). Часть 3. С. 125–126.
6. Кидин В. В., Торшин С. П. Агрохимия: учебник. – Москва : Изд-во «Проспект», 2015. – 619 с.
7. Пегова Н. А. Влияние вида пара и обработки почвы в длительном опыте на показатели плодородия и урожайности озимой ржи // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 5 (54). С. 42–48.
8. Борисова Е. Е. Применение сидератов в мире // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического университета. 2015. № 6 (49). С. 24–33.
9. Бурькина С. И., Коваленко Е. В. Зеленое удобрение и накопление доступных питательных веществ в черноземе южном // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Белоруссии. 2017. С. 57–60.
10. Кравцова Е. В., Рудакова Л. В. Сидираты как прием повышения плодородия почвы // Активная честолобивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. 2016. № 1. С. 96–99.

#### References

1. Vasyukov P. P. Biological factors of reproduction of fertility of the soil in Krasnodar Krai: recommendations. Krasnodar, 2018. – 41 p.
2. Dedov A. A. [et al.] Influence of receptions of a biologization and various ways of processing of the soil on indicators of fertility and productivity of cultures of crop rotations // Bulletin of Voronezh State University. 2016. No. 3 (50). Pp. 47–56.

3. Kireev A. K., Tynybayev N. K., Zhusupbekov E. K. The maintenance of nutritious elements in elevated biomass and the root remains the green manure cultures // *Science and the world*. 2017. No. 3 (43). Pp. 24–26.
4. Dovgopoloya E. A. Ecological and economic aspects of increase in fertility of soils in the reclaimed territories of the Rostov region // *Economy and ecology of territorial educations*. 2015. No 4. Pp. 149–152.
5. Turusov V. I. [et al.] Green manure steam as reception of increase in fertility of the soil and efficiency of a winter wheat // *International research magazine*. Ekaterinburg, 2016. No. 3 (45). Part 3. Pp. 125–126.
6. Kidin V. V., Torshin S. P. *Agrochemistry: textbook*. – Moscow : Publishing house „Prospekt“. – 2015, 619 p.
7. Pegova N. A. Influence of a type of steam and processing of the soil in long experience on indicators of fertility and productivity of a winter rye // *Agrarian science of Euro Northeast*. 2016. No. 5 (54). Pp. 42–48.
8. Borisov E. E. Application of green manure in the world // *Bulletin of Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics*. 2015. No. 6 (49). Pp. 24–33.
9. Burykin S. I., Kovalenko E. V. Green fertilizer and accumulation of available nutrients in the chernozem southern // *Strategy and priorities of development of agriculture and selection of field cultures in Belarus*. 2017. Pp. 57–60.
10. Kravtsova E.V., Rudakova L.V. Green manure as reception of increase in fertility of the soil // *Active ambitious intellectual youth to agriculture*. 2016. No. 1. Pp. 96–99.