

INTERCROPPING SOME WARM SEASON ANNUAL FORAGE LEGUMES WITH EACH OTHER IN TEMPERATE REGIONS

ALEKSANDAR MIKIĆ^{1*}, VOJISLAV MIHAILOVIĆ¹, SVETLANA VUJIĆ²,
BRANKO ĆUPINA², VUK ĐORĐEVIĆ¹, MARINA TOMIČIĆ¹, VESNA PERIĆ³

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: aleksandar.mikic@ifvcns.ns.ac.rs

²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Department of Field and Vegetable Crops, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

³Maize Research Institute Zemun Polje, Slobodana Bajića 1, 11185 Belgrade

Abstract: *Intercropping annual legumes with each other for both forage and grain production is a relatively novel agricultural practice. The goal of this paper was to test some warm season mutual annual legume intercrops in the conditions of a temperate environment such as Serbia. A small-plot trial, conducted at the Experimental Field of the Institute of Field and Vegetable Crops at Rimski Šančevi in 2010, 2011 and 2012, comprised pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Huth) as supporting crop and hyacinth bean (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) and velvet bean (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) as supported crops. Velvet bean had the highest total forage dry matter yield among the sole crops (15.2 t ha⁻¹), while the intercrop with 25 % of pigeon pea and 75 % of velvet bean had the highest one among the intercrops (15,5 t ha⁻¹). The intercrop of 25 % of pigeon pea with 75 % of hyacinth bean was most economically reliable by having the highest land equivalent ratio (1,19).*

Keywords: *Cajanus cajan*, forage dry matter yield, intercropping, land equivalent ratio, *Mucuna pruriens*, tropical annual legumes.

Introduction

Intercropping annual legumes with each other for both forage and grain production is a relatively novel agricultural practice. Preliminary trials with cool season legumes, such as pea (*Pisum sativum* L.), faba bean (*Vicia faba* L.) and vetches (*Vicia* spp.) demonstrated that forage and grain yields from such intercrops are much richer in protein in comparison to the traditional mixtures, such as annual legumes and cereals. The Institute of Field and Vegetable Crops and the Faculty of Agriculture recently developed specific schemes for intercropping legumes with each other. Along with those related to various cool season annual legume crop, there is one aimed at intercropping warm season annual legume crops, since it was shown that they may be successfully grown at higher latitudes, including Serbia, roughly positioned at 45°N (Mihailović *et al.*, 2006). The goal of this paper was to test some warm season mutual annual legume intercrops in the conditions of a temperate environment such as Serbia.

Materials and methods

A small-plot trial was conducted at the Experimental Field of the Institute of Field and Vegetable Crops at Rimski Šančevi in 2010, 2011 and 2012. It was designed according to the four basic principles of the mutual annual legume intercropping (Mikić *et al.*, 2012): (1) same time of sowing, (2) similar growing habit, (3) similar time of cutting and (4) one component has a good standing ability and another has a poor one (Figure 1). In this case, pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Huth) played a role of the supporting crop, while hyacinth bean (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) and velvet bean (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) were supported crops (Fig. 1). In all three years, all three warm season annual legumes were sown as sole crops and in intercrops autumn intercrops, in the first decade of April, with a plot size of 5 m², a sowing rate of 50 viable seeds m⁻² in the sole crops, ratios of 75 % : 25 %, 50 % : 50 % and 25 % : 75 % in the intercrops and three replicates. The plots were cut when the sole crops or one intercrop component were in full bloom. The forage dry matter yield (t ha⁻¹) was determined on the basis of fresh forage yield samples of 500 g dried in an oven at 90°C for 24 hours. The results were processed by analysis of variance (ANOVA) using Mstat 5.5.7 (Freed, 2013) with t-test applied. The reliability of forage dry matter yield of each intercrop was

determined by calculating its land equivalent ratio (LER): $LER = \frac{FDMY(sg)_{IC}}{FDMY(sg)_{SC}} + \frac{FDMY(sd)_{IC}}{FDMY(sd)_{SC}}$, where $FDMY(sg)_{IC}$ and $FDMY(sg)_{SC}$ are the forage dry matter yields of the supporting component in each intercrop and each pure stand, respectively, while $FDMY(sd)_{IC}$ and $FDMY(sd)_{SC}$ are the forage dry matter yields of another annual legume component in each intercrop and each pure stand, respectively.

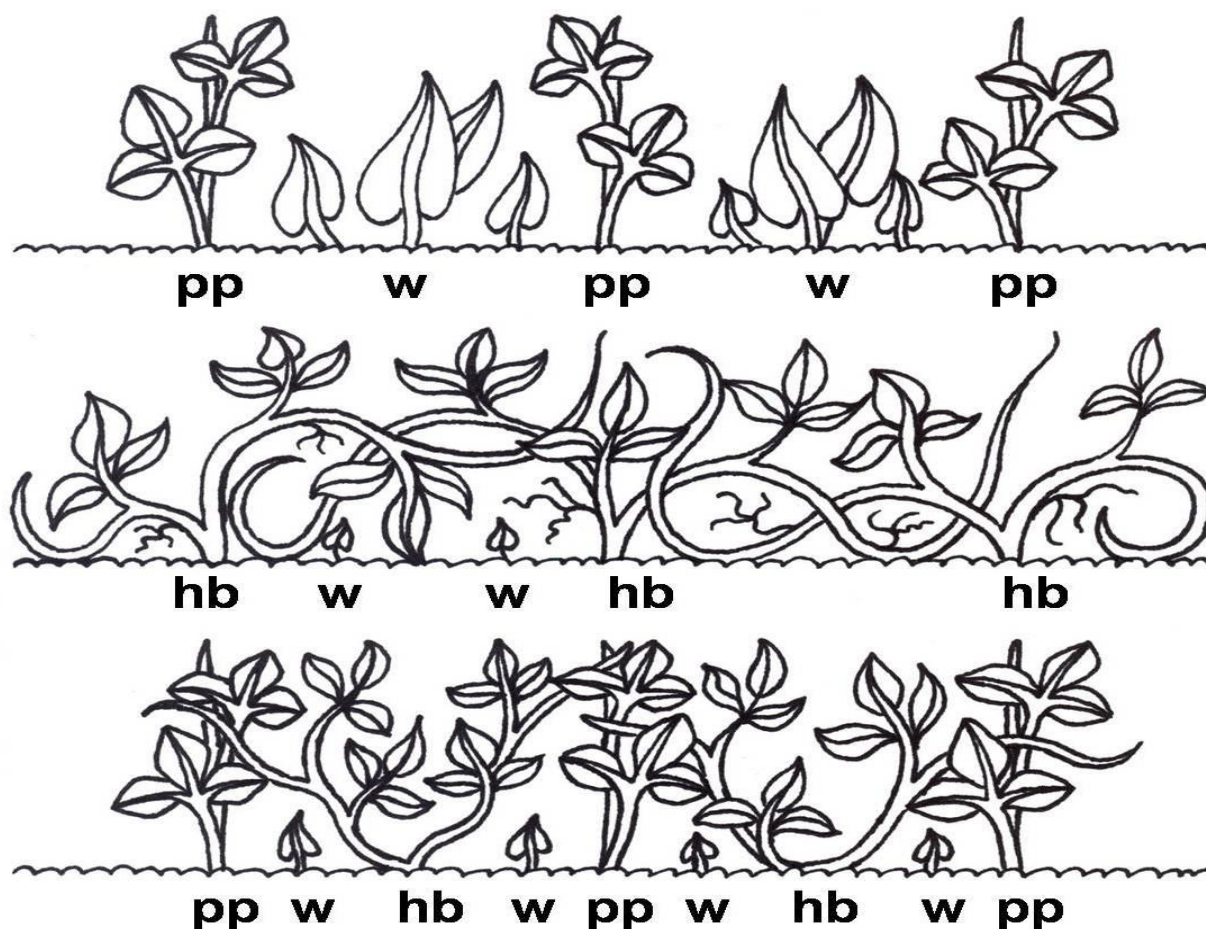


Figure 1. Scheme of intercropping warm season legumes: (top row) pigeon pea (pp) is lodging resistant but is in early danger from weeds (w); (middle row) hyacinth bean (hb) almost completely eliminates weeds but extremely lodges; (bottom row) intercropping pigeon pea with cowpea is beneficial to both with efficient weed control (Mikić *et al.*, 2012)

Results and discussion

Among the sole crops, velvet bean had the highest total forage dry matter yield ($15,2 \text{ t ha}^{-1}$), while pigeon pea had the lowest total forage dry matter yield ($8,4 \text{ t ha}^{-1}$).

The total forage dry matter yield in the intercrops ranged from $8,7 \text{ t ha}^{-1}$ in the intercrop with 75 % of pigeon pea and 25 % of hyacinth bean to $15,5 \text{ t ha}^{-1}$ in the intercrop with 25 % of pigeon pea and 75 % of velvet bean. The highest individual contribution to the total forage dry matter yield was in velvet bean ($13,6 \text{ t ha}^{-1}$), when intercropped at 25 % with 75 % of pigeon pea, while the lowest individual contribution to the total forage dry matter yield was in pigeon pea ($1,9 \text{ t ha}^{-1}$), in the same intercrop. Majority of the forage dry matter yields were much higher than in traditional European cool season annual legumes (Mikić *et al.*, 2013).

The two-year average values of LER showed differences in the economic reliability. The intercrops of 75 % of pigeon pea with 25 % of velvet bean (0,88), 75 % of pigeon pea with 25 % of hyacinth bean (0,89) and 50 % of pigeon pea with 50 % of velvet bean (0,98) were not reliable. On the other hand, the intercrops of 25 % of pigeon pea with 75 % of velvet bean (1,12), 50 % of pi-

geon pea with 50 % of hyacinth bean (1.14) and 25 % of pigeon pea and 75 % of hyacinth bean (1,19) proved reliable for forage dry matter production.

Table 1.

Two-year average values of forage dry matter yield ($t\ ha^{-1}$) and its land equivalent ratio (LER) forage dry matter crude protein content in the intercrops of some tropical annual forage legumes at Rimski Šančevi in 2012 and 2013

Sole crop / intercrop	Ratio (%)	Supporting crop forage dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)	Supported crop forage dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)	Total forage dry matter yield ($t\ ha^{-1}$)	LER
Pigeon pea	100	8,4	-	8,4	-
Hyacinth bean	100	-	11,5	11,5	-
Velvet bean	100	-	15,2	15,2	-
Pigeon pea + hyacinth bean	75 : 25	4,2	4,5	8,7	0,89
Pigeon pea + hyacinth bean	50 : 50	3,5	8,3	11,8	1,14
Pigeon pea + hyacinth bean	25 : 75	2,6	9,6	12,2	1,19
Pigeon pea + velvet bean	75 : 25	3,7	6,7	10,4	0,88
Pigeon pea + velvet bean	50 : 50	3,0	9,5	12,5	0,98
Pigeon pea + velvet bean	25 : 75	1,9	13,6	15,5	1,12

Conclusion

Despite its preliminary character, intercropping warm season annual legumes in temperate regions of Europe, such as Serbia, is able to produce high forage dry matter yield and may be economically reliable. It also may provide animal husbandry with a quality protein-rich feed during the summer, when cool season annual legumes are cut months before.

Acknowledgements

Project TR-31016 and TR-31024 of the Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia.

References

- Freed, R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
- Mihailović, V., Mikić, A., Vasiljević, S., Milić, D., Čupina, B., Krstić, Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, 306-308.
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., Antanasović, S., Marjanović-Jeromela, A. and Kobiljski, B. (2012) Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews 11*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, the Netherlands, pp. 161-182.
- Mikić, A., Mihailović, V., Čupina, B., Milić, D., Katić, S., Karagić, Đ., Pataki, I., D'Ottavio, P. and Kraljević-Balalić, M. (2013) Forage yield components and classification of common vetch (*Vicia sativa* L.) cultivars of diverse geographic origin. *Grass and Forage Science*, DOI: 10.1111/gfs.12033.

ИНТЕРКРОППИНГ НЕКОТОРЫХ ТРОПИЧЕСКИХ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ БОБОВЫХ В РЕГИОНАХ С УМЕРЕННЫМ КЛИМАТОМ

АЛЕКСАНДАР МИКИЧ^{1*}, ВОЙИСЛАВ МИХАИЛОВИЧ¹, СВЕТЛАНА ВУЙИЧ²,
БРАНКО ЧУПИНА², ВУК ДЖОРДЖЕВИЧ¹, МАРИНА ТОМИЧИЧ¹, ВЕСНА ПЕРИЧ³

¹ Институт полеводства и овощеводства, Максима Горького 30, 21000 Нови Сад, Сербия

* Email: aleksandar.mikic@ifvcns.ns.ac.rs

² Университет of Нови Сад, Факультет сельского хозяйства, отделение полеводства и овощеводства, Трг Доситея Обрадовича 8, 21000 Нови Сад, Сербия

³ НИИ кукурузы, Земун Поље, Слободана Байича 1, 11185 Белград

Интеркроппинг (междурядное размещение) однолетних бобовых друг с другом как на корм так и на зерно является относительно новой сельскохозяйственной практикой. Целью данной работы было изучить некоторые тропические однолетние бобовые культуры в междурядном смешанном посеве в условиях умеренного климата Сербии. В эксперименте, проведенном на небольшом участке на опытном поле Института полеводства и овощеводства в Римски Шанчеви в 2010, 2011 и 2012 гг., участвовали: голубиный горох (*Cajanus cajan* (L.) Huth) как дополнительная культура, бобы гиацинтовые (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) и бобы бархатные (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) как основные культуры. Вегетативная масса бархатных бобов имела самый большой выход сухого вещества среди отдельно посеянных культур (15.2 т/га⁻¹), а при междурядном размещении с 25 % голубиногороха и 75 % бархатных бобов результат был наивысшим среди междурядных посевов (15,5 т/га⁻¹). Междурядный посев 25 % голубиногороха с 75 % гиацинтовых бобов оказался наиболее экономически выгодным и имел самый высокий LER (коэффициент биологической активности травосмесей) (1,19).

Ключевые слова: тропические однолетние бобовые, смешанные посевы, урожайность вегетативной массы, *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, коэффициент биологической эффективности травосмесей.

Введение

Интеркроппинг (междурядное размещение) однолетних бобовых друг с другом как на зеленый корм, так и на зерно является относительно новой сельскохозяйственной практикой. Предварительные опыты с бобовыми умеренного климата, такими как горох (*Pisum sativum* L.), конские бобы (*Vicia faba* L.) и вика (*Vicia* spp.) продемонстрировали: вегетативная масса и зерно с таких междурядных посевов намного богаче по содержанию белка по сравнению с традиционными смесями из однолетних бобовых и зерновых культур. Институт полеводства и овощеводства и факультет сельского хозяйства недавно разработали конкретные схемы для междурядного размещения бобовых культур друг с другом. Наряду со схемами, включающими различные однолетние бобовые культуры умеренного климата, есть одна схема, нацеленная на интеркроппинг теплолюбивых однолетних бобовых культур, так как было установлено, что они могут успешно расти в более высоких широтах, в том числе в Сербии, расположенных примерно на 45 ° с.ш. (Mihailović *et al.*, 2006). Целью данной работы было изучить некоторые тропические однолетние бобовые в смешанных междурядных посевах в условиях Сербии.

Материалы и методы

Исследования проводили на небольшом участке опытного поля Института полеводства и овощеводства в Римски Шанчеви в 2010, 2011 и 2012 гг. Они были основаны на четырех основных принципах взаимного интеркроппинга однолетних бобовых (Mikić *et al.*, 2012): (1) одно и то же время посева, (2) похожий габитус развития, (3) одновременное скашивание и (4) один компонент имеет хорошую устойчивость к полеганию, а другой – плохую (рисунок).

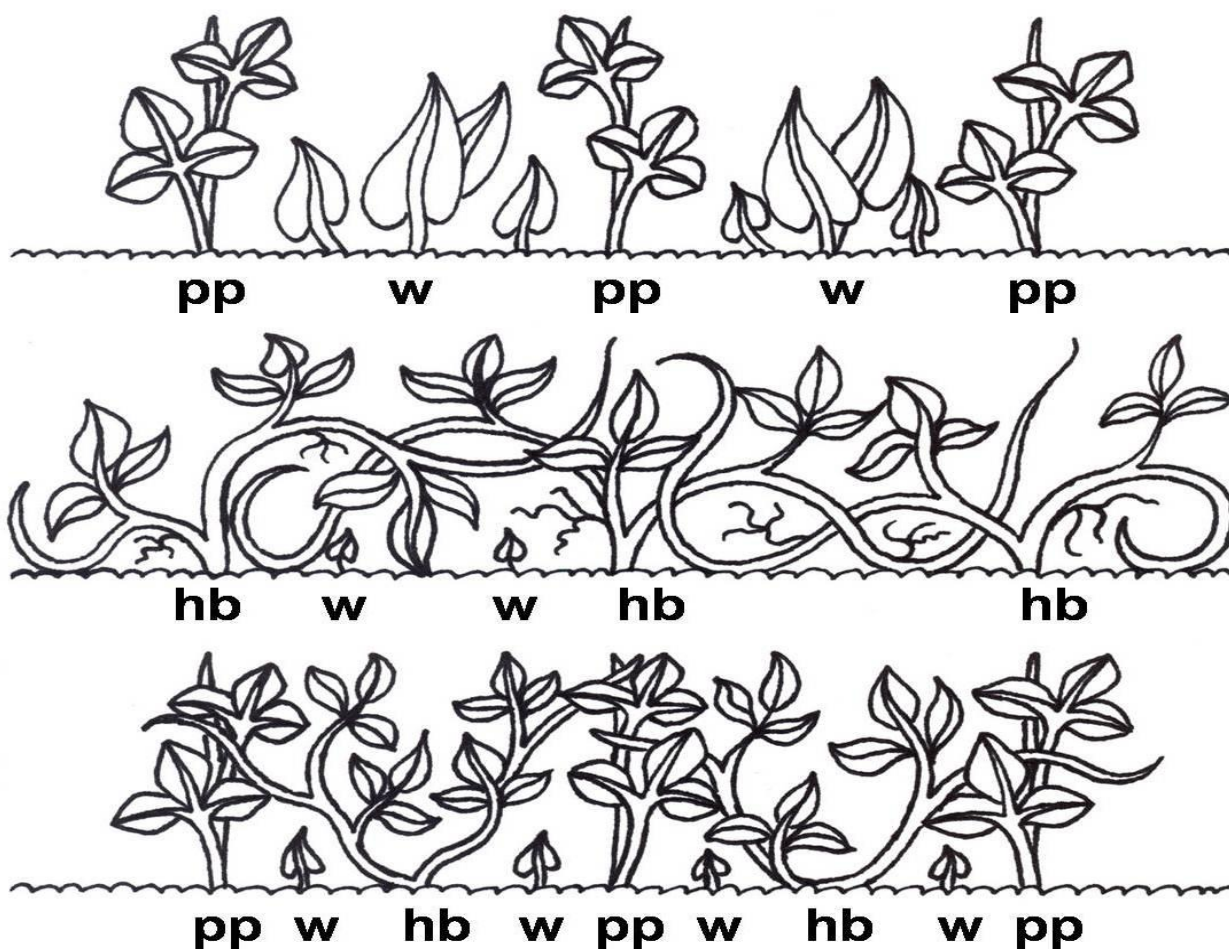


Рис. Схема интеркроппинга тропических бобовых культур: (верхний ряд) голубиный горох (pp) устойчив к полеганию, но в начале вегетации растения угнетаются сорняками (w); (средний ряд) бобы гиацинтовые (hb) почти полностью подавляют сорняки, но очень полегают; (нижний ряд) интеркроппинг голубинового гороха с бобами гиацинтовыми является взаимовыгодным, так как при этом наряду с эффективным подавлением сорняков сохраняются фотосинтетически активные листья (Mikić et al., 2012)

В этом случае голубиный горох (*Cajanus cajan* (L.) Huth) играл роль поддерживающей культуры, в то время как бобы гиацинтовые (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) и бобы бархатные (*Mucuna pruriens* (L.) DC.) были поддерживаемыми культурами. В течение трех лет все три однолетние бобовые культуры сеяли как в чистом посеве так и как междурядные культуры в первой декаде апреля. Размер делянки 5 м², норма посева 50 всхожих семян на м² в чистых посевах. Соотношение семян 75 % : 25 %, 50 % : 50 % и 25 % : 75 % в междурядных посевах, в трех повторениях. Эти участки скашивали когда культуры в чистом посеве или один из междурядных компонентов находились в фазе полного цветения. Выход кормового сухого вещества (т/га⁻¹) определяли на основе анализа свежих кормовых образцов по 500 г., высушенных в сушильном шкафу при 90°C в течение 24 часов. Результаты были обработаны дисперсионным методом (ANOVA) с использованием Mstat 5.5.7 (Freed, 2013) с применением t-test. Достоверность выхода кормового сухого вещества определяли путем вычисления коэффициента биологической активности травосмесей (LER): $LER = \frac{FDMY(sg)_{IC}}{FDMY(sg)_{SC}} + \frac{FDMY(sd)_{IC}}{FDMY(sd)_{SC}}$, где FDMY(sg)_{IC} и FDMY(sg)_{SC} это выход кормового сухого вещества поддерживающего компонента в каждой междурядной культуре и в каждом чистом посеве, соответственно, а FDMY(sd)_{IC} и FDMY(sd)_{SC} это выход кормового сухого вещества

другого однолетнего бобового компонента в каждой междурядной культуре, и в каждом чистом посеве, соответственно.

Результаты и обсуждение

Среди чистых посевов бобы бархатные имели самый высокий общий выход кормового сухого вещества (15,2 т/га⁻¹), в то время как голубиный горох имел самый низкий выход кормового сухого вещества (8,4 т/га⁻¹) (таблица).

Таблица

Средние значения выхода кормового сухого вещества (т га⁻¹) и их коэффициент (LER) содержания кормового общего белка сухого вещества в междурядных посевах у некоторых тропических однолетних кормовых бобовых в Римски Шанчеви в 2012 и 2013 гг.

Чистый посев / междурядный посев	норма (%)	Урожай (т/га) кормового сухого вещества поддерживающей культуры	Урожай (т/га) кормового сухого вещества поддерживаемой культуры	Общий выход кормового сухого вещества (т/га)	LER
Голубиный горох	100	8,4	-	8,4	-
Бобы гиацинтовые	100	-	11,5	11,5	-
Бобы бархатные	100	-	15,2	15,2	-
Голубиный горох + бобы гиацинтовые	75 : 25	4,2	4,5	8,7	0,89
Голубиный горох + бобы гиацинтовые	50 : 50	3,5	8,3	11,8	1,14
Голубиный горох + бобы гиацинтовые	25 : 75	2,6	9,6	12,2	1,19
Голубиный горох + бобы бархатные	75 : 25	3,7	6,7	10,4	0,88
Голубиный горох + бобы бархатные	50 : 50	3,0	9,5	12,5	0,98
Голубиный горох + бобы бархатные	25 : 75	1,9	13,6	15,5	1,12

Общий выход кормового сухого вещества в междурядных посевах варьировал от 8,7 т/га⁻¹ при 75 % голубинового гороха и 25 % бобов гиацинтовых до 15,5 т/га⁻¹ при 25 % голубинового гороха и 75 % бобов бархатных. Самый высокий индивидуальный вклад в выход общего кормового сухого вещества оказался у бобов бархатных (13,6 т/га⁻¹) при интеркроппинге при 25 % с 75 % голубинового гороха, тогда как самый низкий индивидуальный вклад в выход общего кормового сухого вещества получился у голубинового гороха (1,9 т/га⁻¹), при таком же интеркроппинге. Большинство показателей выхода кормовой сухой массы были более высокими, чем у традиционных европейских однолетних бобовых умеренного климата (Mikić *et al.*, 2013).

Средние значения LER за два года показали различия в экономической надежности. Междурядные посева 75 % голубинового гороха с 25 % бархатных бобов (0,88), 75 % голубинового гороха с 25 % бобов гиацинтовых (0,89) и 50 % голубинового гороха с 50 % бархатных бобов (0,98) были не надежными. С другой стороны, междурядные посева 25 % голубинового гороха с 75 % бархатных бобов (1,12), 50% голубинового гороха с 50 % бобов гиацинтовых (1,14) и 25 % голубинового гороха и 75 % бобов гиацинтовых (1,19) доказали надежность для производства кормового сухого вещества.

Выводы

Несмотря на предварительный характер, интеркроппинг тропических однолетних бобовых в умеренных регионах Европы, таких как Сербия, позволяет получить высокий урожай сухого вещества и может быть экономически надежным. Он также может обеспечить живот-

новодство качественными кормами богатыми белком в течение лета, когда однолетние бобовые умеренного климата уже скошены несколько месяцев назад.

Благодарности

Проекту TR-31016 и TR-31024 Министерства образования, Науки и технологического развития Республики Сербия.

Литература

- Freed, R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
- Mihailović, V., Mikić, A., Vasiljević, S., Milić, D., Čupina, B., Krstić, Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, 306-308.
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., Antanasović, S., Marjanović-Jeromela, A. and Kobiljski, B. (2012) Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews 11*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, the Netherlands, pp. 161-182.
- Mikić, A., Mihailović, V., Čupina, B., Milić, D., Katić, S., Karagić, Đ., Pataki, I., D'Ottavio, P. and Kraljević-Balalić, M. (2013) Forage yield components and classification of common vetch (*Vicia sativa* L.) cultivars of diverse geographic origin. *Grass and Forage Science*, DOI: 10.1111/gfs.12033.

УДК 633.12:631.5:631.4

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ

В.М. НОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье приведены результаты исследований по комплексному взаимодействию соломы предшественников, способа основной обработки почвы при её заделке, минеральных удобрений в разных звеньях севооборотов на плодородие почвы, урожайность гречихи и эффективность её производства. Установлено, что оптимизация основной обработки почвы под гречиху, за счёт применения вспашки на глубину 20-22 см и использования в качестве удобрений растительных остатков с соломой обеспечивает интенсификацию производства зерна гречихи (увеличение объёма), сохранение плодородия почвы без увеличения затрат. Эффективность возделывания гречихи без удобрений в звеньях севооборотов, только с использованием соломы и пожнивно-корневых остатков повышается в среднем в два раза.

Ключевые слова: предшественники, обработка почвы, солома с пожнивно-корневыми остатками и минеральные удобрения, гумус, засорённость посевов, урожайность гречихи, эффективность возделывания.

Процессы интенсификации растениеводства выдвигают ряд новых научных проблем – переход от всевозрастающих энергетических экологически опасных технологий к таким технологиям, при которых бы воспроизводство плодородия почв и производство продукции проводилось с максимальным использованием биологических факторов. Этому будет способствовать минимальное физическое воздействие на почву, соблюдение севооборота, регулирование содержания органических веществ, структура высеваемых культур, мульчирование почвы измельчённой соломой, пожнивными остатками и другое. Комплексное использование этих методов обеспечит производство продукции с наименьшими затратами и минимальным риском на окружающую среду, повышение рентабельности производства [1].

Вовлечение пожнивных остатков в биологический кругооборот и увеличение объёмов использования соломы всех возделываемых культур на удобрение обеспечивает возврат в почву элементов питания для сохранения и воспроизводства плодородия старопахотных почв [2, 3].