

yield in two years (2014-15) in conditions of the Belgorod region is allocated Vector, Jubilee and Golden Jubilee. The excess of the standard (Privo 1) of the varieties ranged from 13 to 18% and to express, respectively, the size of the harvest of 3.29 and 3.45 t / ha.

The narrowest place in the cultivation of chickpea is a crop protection from weeds during the growing season. It is found that the crops of chickpea can be used herbicide for vegetation Basagran, but at a dose of not exceeding 1 kg / ha.

Keywords: chickpea, varieties, microbiological preparations, yield of beans.

UDC 633.15:633.33:631.584

ABOVEGROUND BIOMASS YIELD AND QUALITY IN INTERCROPPING MAIZE (*ZEA MAYS*) WITH *VIGNA* SPECIES

SANJA MIKIĆ*, ALEKSANDAR MIKIĆ, ALEKSANDRA NASTASIĆ,
VOJISLAV MIHAILOVIĆ, MARINA TOMIČIĆ, BOJAN MITROVIĆ,
DUŠAN STANISAVLJEVIĆ

INSTITUTE OF FIELD AND VEGETABLE CROPS, MAKSIMA GORKOG 30, 21000
NOVI SAD, SERBIA

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

Abstract: During the summer in temperate regions, such as Serbia, feeding ruminants suffers from the lack of protein-rich annual legumes. A trial was carried out in 2012 and 2013 with *Vigna* and maize intercropping. It demonstrated that such forage production system may have a considerable potential for both fresh aboveground biomass yield and aboveground biomass crude protein yield. An appropriate maize hybrid may be a crucial issue for both high yields and economically reliable forage production. This paper presents the pioneering results of this novel agronomic practice.

Keywords: aboveground biomass crude protein yield, fresh aboveground biomass yield, intercropping, *Vigna* spp., *Zea mays*

Introduction

Intercropping is one of the most ancient agricultural practices. In temperate regions, such as Europe, the most common form is intercropping cool season cereals with annual legumes. Maize (*Zea mays* L.) is the most important field crops in Serbia, while soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) and several cool season annual legumes are the most significant sources of protein-rich feed for animal husbandry.

Our previous finding suggests that many warm season annual legumes, such as *Vigna* spp. species, may be successfully grown for both forage and grain at higher latitudes, including Serbia, positioned at about 45°N (Mihailović *et al.*, 2006). This paper aimed at assessing the potential of intercropping warm season field crops, such as maize and *Vigna* species, for fresh aboveground biomass and aboveground biomass crude protein yield, for a potential use in feeding ruminants (Fig. 1).

Materials and methods

A small-plot trial was carried out in 2012 and 2013 at the Experimental Field of the Institute of Field and Vegetable Crops at Rimski Šančevi, in the vicinity of Novi Sad. The trial included two maize hybrids, NS 501 and NS 7020, and four accessions of four *Vigna* species, namely 05/01 of mung bean (*V. radiata* (L.) R. Wilczek), MM 06/04 of adzuki bean (*V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi), MM 10/01 of black gram (*V. mungo* (L.) Hepper) and MM 07/01 cowpea (*V. unguiculata* (L.) Walp.). The size of field plots was 5 m × 2 m, with a row-to-row spacing of 20 cm, with alternating maize and *Vigna* rows and three replicates. All plots were cut when the *Vigna* was in full bloom, while maize had between six and eight leaves. Fresh aboveground biomass yield (t ha⁻¹) was measured *in situ* immediately after cutting. Fresh aboveground biomass yield samples of 500 g were

dried in an oven at 90°C for 24 hours, used for determining aboveground biomass crude protein content by the Kjeldahl method and recalculated in aboveground biomass crude protein yield (kg ha^{-1}). The results were processed by analysis of variance (ANOVA) using Mstat 5.5.7 (Freed, 2013) with t-test applied. Economic aspects of both parameters were evaluated by calculating land equivalent ratio (LER), LER_{FABY} and $\text{LER}_{\text{ABCPY}}$, using the following general formula: $\text{LER} = x_{\text{IC}} / y_{\text{SC}} + y_{\text{IC}} / y_{\text{SC}}$, where x_{IC} is a parameter of one component in intercrop, x_{SC} is the same parameter of the same component in sole crop, y_{IC} is the parameter of another component in intercrop and y_{SC} is the parameter of another component in its sole crop.

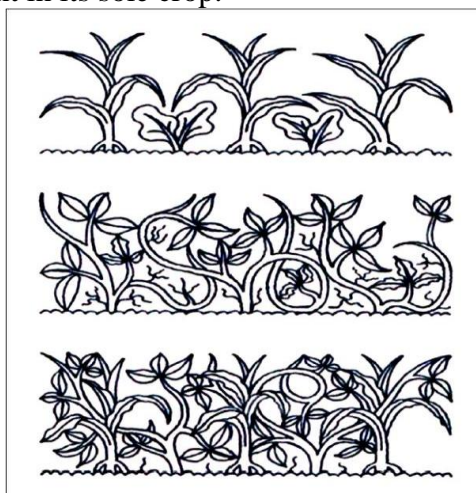


Figure 1. Intercropping maize with cowpea: (top row) maize suffers from weeds in early stages; (middle row) cowpea fights weeds but heavily lodges; (bottom row) intercropping maize and cowpea may be beneficial for both since cowpea fights weeds in maize and maize supports cowpea and assists it in preserving majority of its leaves active (Mikić et al., 2015)

Results and discussion

A two-year average fresh aboveground biomass yield in sole crops ranged from 22.5 t ha^{-1} in adzuki bean to 50.1 t ha^{-1} in cowpea, with significant differences at a level of 0.05 (Table 1).

Table 1

Average values of fresh aboveground biomass yield (t ha^{-1}) in the sole crops and intercrops of maize and *Vigna* species at Rimski Šančevi in 2012 and 2013

Sole crop / Intercrop	Maize fresh aboveground biomass yield	<i>Vigna</i> fresh aboveground biomass yield	Total aboveground biomass yield	LER_{FABY}
Maize hybrid 501	45.1	-	-	-
Maize hybrid 7020	33.9	-	-	-
Mung bean	-	26.1	-	-
Adzuki bean	-	22.5	-	-
Black gram	-	29.1	-	-
Cowpea	-	50.1	-	-
NS 501 + MM 05/01	22.6	7.6	30.2	0.79
NS 501 + MM 06/04	25.6	4.7	30.3	0.78
NS 501 + MM 10/01	19.7	11.4	31.1	0.83
NS 501 + MM 07/01	11.4	34.1	45.5	1.02
NS 7020 + MM 05/05	15.9	14.5	30.4	1.02
NS 7020 + MM 06/04	16.8	11.6	28.4	1.01
NS 7020 + MM 10/01	13.6	15.8	29.4	0.94
NS 7020 + MM 07/01	8.3	40.5	48.8	1.05
$\text{LSD}_{0.05}$	2.4	2.8	3.4	0.09

Intercropping maize hybrid NS 7020 with cowpea produced highest fresh aboveground biomass yield (48.8 t ha⁻¹), while intercropping the same maize hybrid with adzuki bean had the lowest fresh aboveground biomass yield (28.4 t ha⁻¹). Cowpea had the highest individual contribution to fresh aboveground biomass yield, with 40.5 t ha⁻¹, when intercropped with the maize hybrid NS 7020. Mung bean had the lowest individual contribution to fresh aboveground biomass yield, with 4.7 t ha⁻¹, when intercropped with the maize hybrid NS 501. The values of LER_{FABY} varied between 0.78 in the intercrop of the maize NS 501 and adzuki bean and 1.05 in the intercrop of the maize NS 7020 and cowpea, being significantly lower in comparison to the intercrops of annual legumes with each other (Mikić *et al.*, 2012).

The sole crop of cowpea had the highest aboveground biomass crude protein yield, with 2568 kg ha⁻¹, while NS 7020 had the lowest aboveground biomass crude protein yield, with 1317 kg ha⁻¹ (Table 2).

Table 2

Average values of aboveground biomass crude protein yield (kg ha⁻¹) in the sole crops and intercrops of maize and *Vigna* species at Rimski Šančevi in 2012 and 2013

Sole crop / Intercrop	Maize aboveground biomass crude protein yield	<i>Vigna</i> aboveground biomass crude protein yield	Total aboveground biomass crude protein yield	LER _{FDMY}
Maize hybrid 501	1786	-	1786	-
Maize hybrid 7020	1317	-	1317	-
Mung bean	-	1716	1716	-
Adzuki bean	-	1813	1813	-
Black gram	-	1516	1516	-
Cowpea	-	2568	2568	-
NS 501 + MM 05/01	759	418	1177	0.80
NS 501 + MM 06/04	817	306	1123	0.77
NS 501 + MM 10/01	542	622	1164	0.85
NS 501 + MM 07/01	377	1620	1997	1.04
NS 7020 + MM 05/05	553	609	1162	1.05
NS 7020 + MM 06/04	585	603	1188	1.03
NS 7020 + MM 10/01	566	758	1324	0.96
NS 7020 + MM 07/01	299	1944	2243	1.10
LSD _{0.05}	78	144	222	0.05

Among the intercrops, it ranged from 1123 kg ha⁻¹ in adzuki bean with the maize NS 501 to 1997 kg ha⁻¹ in the maize NS 501 with cowpea and 2243 kg ha⁻¹ in cowpea with the maize NS 7020, respectively. The highest individual contribution to the total aboveground biomass crude protein yield was in cowpea, with 1944 kg ha⁻¹, when intercropped with the maize NS 7020. The lowest individual contribution to the total aboveground biomass crude protein yield was in adzuki bean, with 306 kg ha⁻¹ in the intercrop with the maize NS 501. All the values of LER_{ABCPC} were higher than 1 and proved economically reliable. The two-year average values of LER_{ABCPC} ranged between 0.77 in the intercrop of the maize NS 501 and adzuki bean and 1.09 in the maize NS 501 with cowpea and 1.10 in the maize NS 7020, respectively. Similar values were obtained in the intercrops of pea with cereals (Mihailović *et al.*, 2011).

Conclusion

The intercrops of warm season crop such as maize with *Vigna* species showed a considerable potential for fresh aboveground biomass yield. Its additional value is that it provides a quality protein-rich source for a potential use in feeding ruminants in summer, when other annual forage crops are already cut few months earlier. This preliminary research also reveals that the choice of an appropriate maize hybrid may be a crucial issue for both high yields and economically reliable forage

production. Future research should include a greater number of maize hybrids and species and accessions of warm season annual legumes.

Acknowledgements

The Serbian Ministry of Education, Science and Technological Development.

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.
- Mihailović, V., Mikić, A., Kobiljski, B., Čupina, B., Antanasović, S., Krstić, Đ. and Katanski, S. (2011) Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics*, 43, 33-35.
- 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., Čupina, B., Rubiales, D., Mihailović, V., Šarūnaitė, L., Fustec, J., Antanasović, S., Krstić, Đ., Bedoussac, L., Zorić, L., Đorđević, V., Perić, V. and Srebrić, M. (2015) Models, developments, and perspectives of mutual legume intercropping. *Advances in Agronomy*, 130, 337-419.

УДК 633.15:633.33:631.584

УРОЖАЙ НАДЗЕМНОЙ БИОМАССЫ И ЕГО КАЧЕСТВО ПРИ МЕЖДУРЯДНОМ ПОСЕВЕ КУКУРУЗЫ (*ZEA MAYS*) С ВИДАМИ ВИГНЫ (*VIGNA*)

САНЯ МИКИЧ, АЛЕКСАНДР МИКИЧ*, АЛЕКСАНДРА НАСТАСИЧ, ВОЙСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ, МАРИНА ТОМИЧИЧ, БОЯН МИТРОВИЧ,
ДУСАН СТАНИСАВЛЕВИЧ

ИНСТИТУТ ПОЛЕВОДСТВА И ОВОЩЕВОДСТВА, МАКСИМА ГОРЬКОГО 30,
21000 НОВИ САД, СЕРБИЯ

*Автор для переписки: aleksandar.mikic@ifvcns.ns.ac.rs

Резюме: Летом в регионах с умеренным климатом, таких, как Сербия, кормовая база животноводства испытывает недостаток богатых белком однолетних бобовых. В 2012 и 2013 годах проведено изучение междурядных посевов вигны и кукурузы. Установлено, что такая система кормопроизводства обеспечивает высокий выход свежей биомассы и сбор сырого протеина. При этом кукуруза является важным фактором получения высоких урожаев и обеспечивает экономически надежное кормопроизводство. Данная работа является новаторской для агрономической практики.

Ключевые слова: выход общего белка надземной биомассы, выход свежей надземной биомассы, междурядное размещение культур, *Vigna spp.*, *Zea mays*.

Введение. Интеркроппинг (междурядное размещение культур) является одним из наиболее древних методов ведения сельского хозяйства. В регионах с умеренным климатом, таких как Европа, наиболее распространен интеркроппинг зерновых с однолетними бобовыми. Кукуруза (*Zea mays* L.) является важной полевой культурой в Сербии, тогда как соя (*Glycine max* (L.) Merr.) и однолетние бобовые - наиболее значимые источники богатых протеином кормов для животноводства. Полученные нами ранее результаты показывают, что многие однолетние бобовые, такие как вигна, можно с успехом выращивать как на корм, так и на зерно в более высоких широтах, расположенных примерно в 45°N, в том числе в Сербии, (Mihailović *et al.*, 2006).

Целью данной работы является оценка потенциала совместных посевов кукурузы и вигны по выходу свежей надземной биомассы и сбору сырого протеина надземной биомассы, для использования в кормлении жвачных животных (рисунок 1).

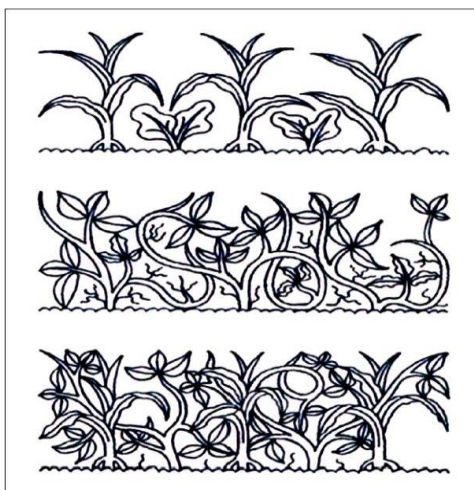


Рисунок 1. Междурядный посев кукурузы с коровьим горохом: (верхний ряд) кукуруза страдает от сорняков на ранних стадиях развития; (средний ряд) коровий горох борется с сорняками за счет густого (плотного) посева; (нижний ряд) междурядный посев кукурузы с коровьим горохом может быть взаимовыгодным, коровий горох борется с сорняками в посеве кукурузы, а кукуруза поддерживает коровий горох и помогает сохранять большую часть листьев в активном состоянии (Mikić et al., 2015)

Материалы и методы. Исследования проводились в 2012 и 2013 гг. на участках экспериментального поля Института полеводства и овощеводства в Римском Шанцеви около города Нови-Сад. В изучение были включены два гибрида кукурузы: NS 501 и NS 7020 и четыре образца видов *Vigna*: 05/01 маш (*V. radiata* (L.) R. Wilczek), MM 06/04 фасоль адзуки (*V. angularis* (Willd.) Ohwi & H. Ohashi), MM 10/01 урд (*V. mungo* (L.) Hepper) и MM 07/01 коровий горох (*V. unguiculata* (L.) Walp.). Размер делянки составил $5 \times 2 \text{ м}^2$, расстояние между рядками 20 см с чередующимися рядами кукурузы и вигны в трех повторениях. Делянки скашивали, когда *Vigna* была в фазе полного цветения, а кукуруза имела шесть-восемь листьев. Выход свежей надземной биомассы (т/га^{-1}) определяли сразу после скашивания. Образцы свежей надземной биомассы по 500 г, высушенные в течение 24 часов в сушильном шкафу при 90°C , использовали для определения содержания сырого протеина по методу Кьельдаля и расчета сбора сырого протеина надземной биомассы (кг/га^{-1}). Результаты были обработаны с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программы Mstat 5.5.7 (Freed, 2013).

Экономические аспекты обоих параметров оценивали вычислением относительного земельного эквивалента (LER), $\text{LER}_{\text{ФАВУ}}$ и $\text{LER}_{\text{АВСПУ}}$, при помощи следующей общей формулы: $\text{LER} = x_{\text{IC}} / y_{\text{SC}} + y_{\text{IC}} / y_{\text{SC}}$,

где x_{IC} – параметр одного компонента в междурядном посеве,

x_{SC} – параметр того же компонента в чистом посеве,

y_{IC} – параметр другого компонента в междурядном посеве

y_{SC} – параметр другого компонента в чистом посеве.

Результаты и обсуждение. В среднем за два года выход свежей надземной биомассы в чистых посевах варьировал от $22,5 \text{ т/га}^{-1}$ у фасоли адзуки до $50,1 \text{ т/га}^{-1}$ у коровьего гороха, со значительными различиями на уровне $p=0,05$ (таблица 1).

Интеркроппинг гибрида кукурузы NS 7020 с коровьим горохом позволил получить самый большой выход свежей надземной биомассы ($48,8 \text{ т/га}^{-1}$), в то время как интеркроппинг того же гибрида кукурузы с фасолью адзуки имел наиболее низкий выход свежей надземной биомассы ($28,4 \text{ т/га}^{-1}$). У коровьего гороха отмечен наиболее высокий индивидуальный вклад в выход свежей надземной биомассы – $40,5 \text{ т/га}^{-1}$ при междурядном посеве с гибридом кукурузы NS 7020. У фасоли адзуки был зафиксирован самый низкий индивидуальный вклад в выход свежей надземной биомассы – $4,7 \text{ т/га}^{-1}$ при междурядном посеве с гибридом кукурузы NS 501.

Таблица 1

Выход надземной биомассы (т/га⁻¹) в чистых и междурядных посевах сортов кукурузы и вигны в Римском Шанчеви, 2012-2013 гг.

Посев чистый / междурядный	Выход свежей надземной биомассы кукурузы	Выход свежей надземной биомассы вигны	Общий выход надземной биомассы	Относительный земельный эквивалент LER _{FABY}
Гибрид кукурузы 501	45,1	-	-	-
Гибрид кукурузы 7020	33,9	-	-	-
Маш	-	26,1	-	-
Фасоль адзуки	-	22,5	-	-
Урд	-	29,1	-	-
Коровий горох	-	50,1	-	-
NS 501 + MM 05/01	22,6	7,6	30,2	0,79
NS 501 + MM 06/04	25,6	4,7	30,3	0,78
NS 501 + MM 10/01	19,7	11,4	31,1	0,83
NS 501 + MM 07/01	11,4	34,1	45,5	1,02
NS 7020 + MM 05/05	15,9	14,5	30,4	1,02
NS 7020 + MM 06/04	16,8	11,6	28,4	1,01
NS 7020 + MM 10/01	13,6	15,8	29,4	0,94
NS 7020 + MM 07/01	8,3	40,5	48,8	1,05
HCP _{0,05}	2,4	2,8	3,4	0,09

Значения относительного земельного эквивалента LER_{FABY} варьировали от 0,78 в междурядном посеве кукурузы NS 501 и фасоли адзуки до 1,05 в междурядном посеве кукурузы NS 7020 и коровьего гороха, что оказалось значительно ниже по сравнению с междурядными посевами однолетних бобовых друг с другом (Mikić *et al.*, 2012).

Чистый посев коровьего гороха имел самый высокий сбор сырого протеина надземной биомассы – 2568 кг/га⁻¹, тогда как у кукурузы NS 7020 этот показатель был наиболее низким – 1317 кг/га⁻¹ (таблица 2).

Таблица 2

Сбор сырого протеина надземной биомассы (кг/га⁻¹) в чистых и междурядных посевах сортов кукурузы и вигны в Римском Шанчеви в 2012 и 2013 гг.

Посев чистый / междурядный	Сбор сырого протеина надземной биомассы кукурузы	Сбор сырого протеина надземной биомассы вигны	Общий сбор сырого протеина надземной биомассы	Относительный земельный коэффициент LER _{FDMY}
Гибрид кукурузы 501	1786	-	1786	-
Гибрид кукурузы 7020	1317	-	1317	-
Маш	-	1716	1716	-
Фасоль адзуки	-	1813	1813	-
Урд	-	1516	1516	-
Коровий горох	-	2568	2568	-
NS 501 + MM 05/01	759	418	1177	0,80
NS 501 + MM 06/04	817	306	1123	0,77
NS 501 + MM 10/01	542	622	1164	0,85
NS 501 + MM 07/01	377	1620	1997	1,04
NS 7020 + MM 05/05	553	609	1162	1,05
NS 7020 + MM 06/04	585	603	1188	1,03
NS 7020 + MM 10/01	566	758	1324	0,96
NS 7020 + MM 07/01	299	1944	2243	1,10
HCP _{0,05}	78	144	222	0,05

В междурядных посевах этот показатель варьировал между 1123 кг/га⁻¹ у кукурузы NS 501 с фасолью адзуки и 1997 кг/га⁻¹ у кукурузы NS 501 с коровьим горохом, соответственно, и 2243 кг/га-1 у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом. Самый высокий индивидуальный вклад в сбор сырого протеина надземной биомассы – 1944 кг/га⁻¹ был у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом, а самый низкий – 306 кг/га⁻¹ отмечен у кукурузы NS 501 в междурядном посеве с фасолью адзуки. Все значения LER_{АВСРС} были выше единицы. Средние значения LER_{АВСРС} за два года варьировали между 0,77 в междурядном посеве кукурузы NS 501 с фасолью адзуки и 1,10 у кукурузы NS 7020 с коровьим горохом. Похожие значения были получены в междурядных посевах гороха с зерновыми (Mihailović *et al.*, 2011).

Вывод. Междурядные посевы кукурузы с видами *Vigna* продемонстрировали высокий потенциал выхода свежей надземной биомассы. Дополнительная ценность таких посевов заключается в том, что они обеспечивают качественный источник богатого белком корма для жвачных животных летом, в то время как другие однолетние кормовые культуры уже скошены несколько месяцев раньше. Проведенное исследование показывает, что выбор подходящего гибрида кукурузы может быть важным фактором как для формирования высоких урожаев, так и для экономически надежного кормопроизводства. Будущие исследования должны включать в себя большее количество гибридов кукурузы, а также видов и образцов теплолюбивых однолетних бобовых культур.

Благодарности. Министерству образования, науки и технологического развития Республики Сербия.

Литература

1. Freed R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
2. Mihailović V., Mikić A., Vasiljević S., Milić D., Ćupina B., Krstić Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, – 306-308.
3. Mihailović V., Mikić A., Kobiljski B., Ćupina B., Antanasović S., Krstić Đ. and Katanski S. (2011) Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics*, 43, – 33-35.
4. Mikić A., Ćupina 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.

УДК633.256631.5(574.3)

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ПАЙЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Н. А. СЕРЕКПАЕВ, доктор сельскохозяйственных наук

В. И. ЗОТИКОВ*, доктор сельскохозяйственных наук

Г. Ж. СТЫБАЕВ, А. А. БАЙТЕЛЕНОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

Н. К. МУХАНОВ, докторант

КАЗАХСКИЙ АГРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.СЕЙФУЛЛИНА, КАЗАХСТАН
*ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР», РОССИЯ

В данной статье приведены результаты анализа влияния агротехнических приемов на урожайность пайзы в условиях сухостепной зоны Центрального Казахстана. Проанализированы динамика прохождения фаз роста и развития растений пайзы и продолжительность их межфазных периодов, а также урожайность. На основе проведенного исследования определен наилучший срок посева для получения более высокого урожая зеленой массы при сложившихся неблагоприятных метеоусловиях 2015 года. Наибольшая урожайность у пайзы наблюдается при посеве в 1 декаде июня – 273,03 ц/га.

Ключевые слова: пайза, урожайность, срок посева, интродукция, зеленая масса.