

**Петр ШУЛЬЦ**

Кафедра Агрономии, Университет Естественных Наук в Познани, Польша  
e-mail: piotr.szulc@up.poznan.pl

Received: 2019-02-27 ; Accepted: 2019-03-29

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ ГИБРИДА PYROXENIA, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ПОЖНИВНЫХ ПОСЕВАХ**

*Резюме*

*В работе представлены результаты полевых исследований, целью которых была оценка влияния микробиологических препаратов (Азофикс, Фосфикс, Макспролин) на урожайность гибрида кукурузы, выращиваемой в пожнивных посевах. Микробиологические препараты вносились перед посевом кукурузы, а также в фазе 4-5 листьев. С целью проверки принятых тезисов была определена динамика начального роста и урожай свежей и сухой массы. Было показано, что примененные микробиологические препараты увеличивали динамику начального роста кукурузы, посеянной в пожнивных посевах. Применение микробиологических препаратов в выращивании кукурузы в пожнивных посевах привело к приросту урожая сухого вещества по сравнению с исключительно минеральным удобрением NPK с 14,2% до 33,3%. Внесение исключительно Азофикс + Фосфикс + Макспролин в почву привело к росту урожая сухого вещества кукурузы на 4,8%. За исключением Азофикса, внесение на листья остальных микробиологических препаратов было более эффективным по сравнению с внесением их в почву. Ключевые слова: кукуруза, пожнивные посевы, микробиологические препараты, урожай сухого вещества*

**Piotr SZULC**

University of Life Sciences in Poznan, Department of Agronomy, Poland  
e-mail: piotr.szulc@up.poznan.pl

## **INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS ON YIELDING OF PYROXENIA MAIZE CULTIVATED IN STUBBLE AFTERCROP**

*Summary*

*The paper presents the results of field tests the aim of which was to assess the effect of microbiological preparations (Azofix, Fosfix, Maxproline) on yielding the cultivar of maize cultivated in stubble aftercrop. The microbiological preparations were applied before maize sowing and in the phase of 4-5 leaves. In order to verify the adopted assumptions, the dynamics of the initial growth and the yield of fresh and dry matter were determined. There was shown that the applied microbiological preparations increased the dynamics of the initial growth of maize sown in stubble aftercrop. The use of microbiological formulations in maize cultivation in stubble aftercrop caused an increase in dry matter yield in relation to the exclusive mineral NPK fertilization from 14,2% to 33,3%. Only the Azofix + Fosfix + Maxproline application resulted in a reduction in the dry matter yield of maize by 4,8%. With the exception of Azofix, the foliar application of the remaining microbiological preparations was more effective compared to the soil application.*

**Key words:** *maize, stubble aftercrop, microbiological preparations, dry matter yield*

**Piotr SZULC**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Agronomii, Polska  
e-mail: piotr.szulc@up.poznan.pl

## **WPLYW PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH NA PLONOWANIE KUKURYDZY ODMIANY PYROXENIA UPRAWIANEJ W POPLONIE ŚCIERNISKOWYM**

*Streszczenie*

*W pracy przedstawiono wyniki badań polowych, których celem była ocena wpływu preparatów mikrobiologicznych (Azofix, Fosfix, Maxproline) na plonowanie odmiany kukurydzy uprawianej w poplonie ścierniskowym. Preparaty mikrobiologiczne były aplikowane przed siewem kukurydzy oraz w fazie 4-5 liścia. W celu weryfikacji przyjętych założeń określono dynamikę początkowego wzrostu oraz plon świeżej i suchej masy. Wykazano, że zastosowane preparaty mikrobiologiczne zwiększały dynamikę początkowego wzrostu kukurydzy zasianej w poplonie ścierniskowym. Zastosowanie preparatów mikrobiologicznych w uprawie kukurydzy w poplonie ścierniskowym spowodowało przyrost plonu suchej masy w stosunku do wyłącznego nawożenia mineralnego NPK od 14,2% do 33,3%. Wyłącznie aplikacji Azofix + Fosfix + Maxproline dogłębowo skutkowało zmniejszeniem plonu suchej masy kukurydzy o 4,8%. Za wyjątkiem Azofixu, aplikacja dolistna pozostałych preparatów mikrobiologicznych była skuteczniejsza, w porównaniu do dogłębowej.*

**Słowa kluczowe:** *kukurydza, poplon ścierniskowy, preparaty mikrobiologiczne, plon suchej masy*

## 1. Введение

Биологический прогресс в выращивании растений открыл перед современным сельским хозяйством шанс одновременной реализации двух основных целей - производственной и окружающей среды [1, 2]. Новые, более эффективные гибриды [8] растений характеризуются более высокой эффективностью использования питательных веществ из почвы, а также большим потенциалом урожайности [3, 6, 8]. Выращивание толерантных (или устойчивых) к болезням и вредителям гибридов позволяет ограничить уровень применения химических средств защиты растений [7]. Тем не менее, природа руководствуется своими правилами, которые могут в значительной степени ограничить эффективность агротехнических мероприятий, которые служат для оптимизации роста растений и их урожайности. В связи с этим ведется постоянный поиск новых средств производства, которые, с одной стороны, позволяют снизить негативное влияние погоды на урожайность растений, делая их более устойчивыми к стрессовым факторам, с другой, будут стимулировать их к еще более эффективному использованию природных условий [4, 5]. Целью представленных в данной работе исследований является определение пригодности раннего гибрида кукурузы *Puroxenia* (FAO-130) для выращивания в пожнивных посевах.

В последние 12 лет мы сталкиваемся при выращивании кукурузы с ультратранными гибридами. Главной целью введения этого типа гибридов производителями семян является возможность выращивания этого растения после уборки озимого рапса и озимого ячменя. Это очень важно для тех хозяйств, которые не имеют большого числа полей, а занимаются выращиванием скота и нуждаются в кормах, например, силосе. В связи с этим посев этого гибрида в летний период является гарантией получения дополнительного корма с единицы площади. Отсюда в собственных исследованиях мы хотели показать, какой урожай сухого вещества можно получить с этого гибрида, посеянного в начале августа.

## 2. Материал и методы

Исследования, касающиеся влияния микробиологических препаратов Азофикс, Фосфикс и Макспролин в выращивании ультратранного гибрида *Puroxenia*, были проведены на Опытной станции оценки сортов в Косцельной Все возле Калиша. Предшествующим растением для кукурузы была озимая пшеница. Опыт был заложен в трех полевых повторениях. Величина участка brutto составляла 24 м<sup>2</sup>, в свою очередь для сбора урожая 12 м<sup>2</sup>. Число рядов растений кукурузы на опытном участке составляла 4. Интервал между рядами составлял 75 см, в свою очередь расстояние в ряду 16 см. Почва опытного поля характеризовалась следующими параметрами: рН выраженное в КС1 6,1; фосфор 11,3 мг·100 г<sup>-1</sup> почвы; калий 16,7 мг·100 г<sup>-1</sup> почвы; магний 5,7 мг·100 г<sup>-1</sup> почвы, бонитационное число Шв. Минеральное удобрение вносилось в следующих количествах: 130 кг Nга<sup>-1</sup>, 50 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>га<sup>-1</sup>, 80 кг K<sub>2</sub>Oга<sup>-1</sup>. Исследуемые микробиологические препараты использовались в следующих количествах и в следующие сроки согласно рекомендациям, содержащимся на этикетке препаратов: Азофикс 1 лга<sup>-1</sup> перед посевом кукурузы и в фазе ВВСН 14/15, Фостфикс

1 лга<sup>-1</sup> перед посевом кукурузы и в фазе ВВСН 14/15, Макспролин 6 гга<sup>-1</sup> перед посевом кукурузы и в фазе ВВСН 14/15, а также Азофикс (1 лга<sup>-1</sup>) + Фостфикс (1 лга<sup>-1</sup>) + *Maxproline* (6 г га<sup>-1</sup>) перед посевом кукурузы и в фазе ВВСН 14/15. Посев кукурузы был произведен 1 августа 2016 и 2017 года. Количество высева растений составило 80000 шт.га<sup>-1</sup>. Сорняки уничтожались после посева кукурузы препаратом *Lumax 557*, 5SE в количестве 4,0 лга<sup>-1</sup>. Температурные условия и условия влажности в процессе проведения полевых исследований представлены в табл. 1. Из них однозначно следует, что температурные требования в период с VIII-X независимо от года проведения исследований были достаточными для роста и развития кукурузы, в свою очередь сумма атмосферных осадков была очень высокой и превышала потребности кукурузы относительно этого параметра.

Статистическая обработка полученных полевых результатов была выполнена при применении дисперсионного анализа для зависимых выборок, т.е. для выборок рандомизированных полных блоков с единицами разбитыми на 3 блока. Существенность разниц оценивалась на уровне существенности  $\alpha = 0,05$ .

## 3. Результаты и их обсуждение

Урожайность сухого вещества кукурузы, выраженная накоплением сухого вещества в фазе 7-8 листьев (ВВСН 17/18), существенным образом формировалась различиями в минеральном удобрении. Действительно, наименьшие показатели как свежего, так и сухого вещества отдельного растения были выявлены для контрольного объекта (0 кг NPKга<sup>-1</sup>) и исключительно минерального удобрения (NPKга<sup>-1</sup>) по сравнению с остальными комбинациями удобрений. Положительное воздействие внесения Азофикса (в почву и на листья), Фосфикса (в почву и на листья) и Макспролина (в почву и на листья), а также Азофикса + Фосфикса + Макспролина (в почву и на листья) в соединении с минеральным удобрением NPK привело к большей (более быстрой) динамике начального роста растений кукурузы. Рассматривая, в свою очередь, исключительно отдельные микробиологические препараты, стоит отметить, что наиболее полезным (эффективным) для динамики начального роста кукурузы было внесение Макспролина по сравнению с Азофиксом или Фосфиксом. Внимания заслуживает тот факт, что совместное применение Азофикс + Фосфикс + Макспролин (в почву и на листья) было менее эффективным в сравнении с отдельным внесением этих препаратов. Идентичное влияние исследуемых комбинаций удобрений было установлено для урожая как сухого, так и свежего вещества в рассматриваемой фазе развития. Содержание сухого вещества в фазе 7-8 листьев (ВВСН 17/18) определялось также отдельными комбинациями удобрений (табл. 2). В этом параметре также было подтверждено благоприятное влияние исследуемых микробиологических препаратов на величину этой характеристики. Анализ роста растения является основным инструментом проведения общей оценки факторов, отвечающих за накопление сухого вещества [3, 4]. При проведении систематических измерений (циклических) определяется масса растения или площадь ассимиляционных органов. Описанное таким образом накопление сухого вещества растения информирует о реальном положении производства биомассы данным генотипом растения (гибрид кукурузы) в условиях, которые зависят от природных и агротехнических факторов [3, 4].

Таблица 1. Средняя температура воздуха и сумма атмосферных осадков в период проведения полевых исследований

Table 1. Average air temperature and sum of atmospheric precipitation during the field tests period

Месяц	Температура [°C]		Осадки [мм]	
	2016	2017	2016	2017
Август	15,4	16,8	31,3	58,7
Сентябрь	12,5	11,2	30,2	108,4
Октябрь	6,5	9,8	96,4	84,9
В среднем / Сумма	11,4	12,6	157,9	252,0

Источник: собственная разработка / Source: own study

Таблица 2. Динамика начального роста кукурузы, выраженная накоплением сухого вещества в фазе 7-8 листьев (BBCH 17/18) - в среднем в годы исследований

Table 2. The dynamics of the initial maize growth expressed in the accumulation of dry matter in the 7-8 leaf phase (BBCH 17/18) - the average for tests years

№	Комбинация удобрения	Свежая масса	Сухая масса	Урожайность	Урожайность	Содержание	AGR с.в.	AGR с.в.
		1 растения	1 растения	свежей массы	сухого вещества	сухого вещества	1 растение	с.в.
		[г]	[г]	[кг / га]	[кг / га]	[%]	[г с.в. / день]	[кг с.в./га]
1.	0 кг NPK/га	42,00	3,75	3276,0	292,69	8,97	0,134	10,45
2.	NPK/га	51,16	4,11	3991,0	320,58	8,03	0,146	11,44
3.	NPK + Азофикс в почву	65,50	6,62	5109,0	516,75	10,09	0,236	18,45
4.	NPK + Азофикс на листья	68,33	7,00	5330,0	546,20	10,23	0,250	19,50
5.	NPK + Фосфикс в почву	70,91	7,05	5531,5	550,48	9,91	0,252	19,66
6.	NPK + Фосфикс на листья	67,08	6,51	5232,5	508,10	9,72	0,232	18,14
7.	NPK + Макспролин в почву	71,50	7,40	5577,0	577,59	10,38	0,264	20,62
8.	NPK + Макспролин на листья	70,66	7,03	5512,0	548,86	9,96	0,251	19,60
9.	NPK + Азофикс + Фосфикс + Макспролин в почву	57,91	5,89	4517,5	459,87	10,17	0,210	16,42
10.	NPK + Азофикс + Фосфикс + Макспролин на листья	64,91	6,41	5063,5	500,63	9,90	0,229	17,87
<b>HCP<sub>0,05</sub></b>	-	<b>12,037</b>	<b>1,419</b>	<b>938,95</b>	<b>110,68</b>	<b>0,753</b>	<b>0,0500</b>	<b>3,952</b>

Источник: собственная разработка / Source: own study

Таблица 3. Урожайность сухого и свежего вещества кукурузы, выращиваемой в пожнивных посевах - в среднем в годы исследований

Table 3. Fresh and dry yield from maize cultivation in stubble aftercrop - the average for tests years

№	Комбинация удобрения	Свежая масса [т/га]	Сухое вещество [т/га]
1	0 кг NPK/га	20,0	3,7
2.	NPK/га	22,5	4,2 (100,0%)
3.	NPK + Азофикс в почву	31,2	5,3 (126,2%)
4.	NPK + Азофикс на листья	29,2	5,1 (121,4%)
5.	NPK + Фосфикс в почву	28,8	4,8 (114,2%)
6.	NPK + Фосфикс на листья	31,6	5,6 (133,3%)
7.	NPK + Макспролин в почву	30,5	5,2 (123,8%)
8.	NPK + Макспролин на листья	31,6	5,6 (133,3%)
9.	NPK + Азофикс + Фосфикс + Макспролин в почву	24,3	4,0 (95,2%)
10.	NPK + Азофикс + Фосфикс + Макспролин на листья	25,5	4,8 (114,2%)
<b>HCP<sub>0,05</sub></b>	-	<b>2,90</b>	<b>1,15</b>

Источник: собственная разработка / Source: own study

С этой целью в наших исследованиях была определена абсолютная скорость накопления (AGR) сухого вещества в период от посева до фазы 7-8 листьев (табл. 2). Этот показатель был использован для определения скорости начального роста растений кукурузы, выраженной накоплением сухого вещества. В наших исследованиях абсолютная скорость накопления сухого вещества (AGR) определялась разными комбинациями минеральных удобрений (табл. 2). Благоприятное влияние исследуемых микробиологических препаратов (Азофикс, Фосфикс, Макспролин) стало очевидно уже с начала роста кукурузы.

Действительно, самый большой дневной прирост сухого вещества отдельного растения и урожая сухого вещества на единице площади был отмечен для всех исследуемых микробиологических препаратов по сравнению с контрольным объектом (0 кг NPKга<sup>-1</sup>), а также исключительно минеральным удобрением NPK (табл. 2). Эти величины формировались следующим образом: Азофикс (в среднем 0,243 и 18,97 кг с.в.день<sup>-1</sup>), Фосфикс (0,242 и 18,90 кг с.в.день<sup>-1</sup>), Макспролин (в среднем 0,257 и 20,11 кг с.в.день<sup>-1</sup>), Азофикс + Фосфикс + Макспролин (0,210 и 17,14 кг с.в.день<sup>-1</sup>). Самая низкая урожайность сухого вещества кукурузы была отмечена на контрольном объекте (20,0 тга<sup>-1</sup>). В результате добавления к минеральному удобрению NPK в почву или также на листья Азофикса, Фосфикса или Макспролина был получен в среднем для способов их применения урожай свежей массы на уровне свыше 30 тга<sup>-1</sup> (табл. 3). Самый низкий урожай свежей массы кукурузы был получен на объекте с одновременным применением А+Ф+М (24,9 тга<sup>-1</sup>). Идентичное влияние исследуемых комбинаций удобрений было отмечено также в случае урожайности сухого вещества кукурузы (табл. 3).

#### 4. Выводы

1. Примененные микробиологические препараты увеличивали динамику начального роста кукурузы, посеянной в пожнивные остатки.

2. Кукуруза, посеянная в пожнивные остатки, сформировала завязи початка, в котором отсутствовала зерновка (отсутствие озернения).

3. Применение микробиологических препаратов в выращивании кукурузы в пожнивных посевах привело к приросту урожая сухого вещества в сравнении с применением только минерального удобрения NPK с 14,2% до 33,3%. В результате внесения в почву только Азофикса + Фосфикса + Макспролина урожайность сухого вещества кукурузы повысилась на 4,8%.

4. За исключением Азофикса внесение на листья остальных микробиологических препаратов было более эффективным в сравнении с внесением в почву.

#### 5. Литература

- [1] Boote K.B., Jones J.W., Pickering N.B.: Potential uses and limitations of crop models. *Agronomy Journal*, 1996, 88: 704-716.
- [2] Fischer R.A., Edmeades G.O.: Breeding and cereal yield progress. *Crop Science*. 2010, Vol. 50: 85-98.
- [3] Keating B.A., Wafla B.M.: Modelling the fully expanded leaf area of maize leaves. *Field Crop. Res.*, 1992, 29: 163-176.
- [4] Szulc P., Bocianowski J., Rybus-Zajac M.: Influence of soil supplementation with nitrogen and magnesium on the size of assimilation area of maize cultivars (*Zea mays* L.) differing in genetic profile. *EJPAU*, 2013, 16(2) #01.
- [5] Szulc P., Bocianowski J.. The effect of soil supplementation with different forms of nitrogen fertilizer of modification of generative yield in two different types of maize (*Zea mays* L.) cultivars. *Polish Journal of Agronomy*, 2012, 11: 52-64.
- [6] Szulc P., Bocianowski J., Rybus-Zajac M., Accumulation of N, P, K and Mg nutrient elements and nutrient remobilization indices in the biomass of two contrasting maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Fres. Envi. Bulletin*, 2012, Vol. 21, No. 8: 2062-2071.
- [7] Szulc P., Bocianowski J.: Susceptibility of maize hybrids (*Zea mays* L.) to frit fly (*Oscinella frit* L.) under conditions of diversified nitrogen content in the soil and different types of nitrogen fertilizers. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 2014, 13(2): 63-77.
- [8] Tollenaar M., Lee E.: Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Res.*, 2002, 75: 161-169.

#### Acknowledgment

*The research was financed from the resources of the Department of Agronomy of the University of Life Sciences in Poznań.*