

5. Коновалов Ю.Б. Частная селекция полевых культур / Ю.Б. Коновалов, Л.И. Долгодворова, Л.В. Степанова и др.; под ред. Ю.Б. Коновалова. М.: Агропромиздат, 1990. 543 с.

6. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. (подрод *Hordeum*). Л., 1983. 52 с.

7. Моисейченко В.Ф. Основы научных исследований в агрономии / В.Ф. Моисейченко, М.В. Трифонова, А.Х. Заверюха и др. М.: Колос, 1996. 336 с.

8. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников / Н.А. Плохинский. М.: Колос, 1969. 256 с.



УДК 633.15:579:631.8

Л.И. Шалагинова,  
В.В. Хвоина

### **ВЛИЯНИЕ ЗИМОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЫ И ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ НА ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ**

Кукуруза дает сырье для промышленности и высокие урожаи зерна, из которого вырабатывают муку, крупу, крахмал, патоку, масло, хлопья и т.д.

Кукуруза - ценная кормовая культура. Ее используют на корм в виде сухого зерна, зеленой массы и силоса. На силос эту культуру убирают в молочно-восковой спелости зерна. Так как зерно кукурузы в большинстве районов страны не созревает, то ее широко возделывают на силос. При таком использовании ее можно успешно выращивать во многих районах Российской Федерации, в частности в Алтайском крае.

Влияние действия и последствия удобрений на микробиологические процессы, пищевой режим и урожайность кукурузы в севообороте изучали в совхозе «Тальменский» Тальменского района, где были заложены опыты № 1 и 2 по изучению эффективности торфа, фосфоритной муки и полного минерального удобрения на урожайность зеленой массы кукурузы на темно-серых лесных почвах.

В опыте № 1 использовали низинный торф Инюшовского болота Тальменского района, фосфоритную муку Белкинского месторождения Новосибирской области, аммиачную селитру, хлористый

калий. Удобрения вносили весной под перепахку пара. Площадь опытной делянки — 120 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная.

В опыте № 2 использованы низинный торф Рогулькинское месторождения Тальменского района, полуперепревший навоз КРС, фосфоритная мука Белкинского месторождения, аммиачная селитра и хлористый калий. Площадь опытной делянки - 240 м<sup>2</sup>, повторность 3-кратная, площадь опытного поля - 1,6 га. Минеральные удобрения вносили весной под вспашку. Норма внесения минеральных удобрений рассчитывалась с учетом степени растворимости фосфоритной муки, выноса питательных веществ урожаем зеленой массы кукурузы в 300 ц/га и выравнивания комплекса питательных веществ в торфе и навозе за счет минеральных туков. Учет урожая проводили методом пробных площадок: было убрано с каждой делянки в 10 местах по 5 м<sup>2</sup> кукурузы. Агротехника возделывания культуры общепринятая для данной зоны. Урожай учитывали в период массового формирования вегетативной массы.

Отбор почвенных образцов для микробиологических исследований осуществляли стерильным ножом в стерильные мешочки в 3-кратной повторности. При

учете численности зимогенных микроорганизмов пользовались методами, принятыми отделом почвенных микроорганизмов института микробиологии АН СССР. Учитывали общее число бактерий и спорообразующих форм в непастеризованном посеве на мясопептонном агаре (МПА), число актиномицетов и бактерий, использующих минеральные источники азота на крахмало-аммиачном агаре (КАА), число грибов на подкисленном агаре Чапека, целлюлозо-разрушающие микроорганизмы на агаре Гетчинсона. На питательные среды МПА и КАА посев производили поверхностно из третьего разведения ( $10^{-3}$ ), на среду Чапека и Гетчинсона - из второго разведения ( $10^{-2}$ ) [3]. Нитраты определяли дисульфифеноловым методом, подвижные фосфаты - методом Чирикова, калий - по Масловой, влажность - весовым методом [1].

При оценке достоверности результатов исследований, установлении степени связи между явлениями использовали следующие математические методы: дисперсионный анализ, корреляция и регрессия [2]. Основным методом для построения моделей послужили информационно-логический анализ и программное обеспечение на персональном компьютере IBM PC AT [6, 7].

Результаты наших исследований показали, что удобрения существенно уве-

личивают численность основных групп микроорганизмов в темно-серых лесных почвах в год внесения. На вариантах с внесением торфа и навоза численность микроорганизмов возрастает в 2-9 раз, а на вариантах с внесением одних минеральных удобрений (например, внесение фосфоритной муки в дозе 200 кг на га д.в. или  $P_{200}$ ) численность микроорганизмов возрастает в 1,5-2 раза. На вариантах совместного внесения органических и минеральных удобрений численность микроорганизмов увеличивается от 2-3 до 8 раз (табл. 1, 2).

Некоторые исследователи считают, что усиливающая деятельность микроорганизмов в удобренных почвах одновременно приводит к биологическому закреплению части внесенных минеральных элементов. Некоторая часть минеральных азотсодержащих веществ может закрепиться в почве в силу химических процессов. В условиях вегетационного опыта в почве связывается 10-30% минеральных веществ, а в поливных условиях - до 30-40%. После отмирания микроорганизмов азот их плазмы частично минерализуется, а частично переходит в форму перегнойных соединений. До 10% закрепленного в почве азота может быть использовано растениями и микроорганизмами в следующем году [4, 5].

Таблица 1

*Влияние органических и минеральных удобрений на численность микроорганизмов в темно-серой лесной почве под кукурузой, 0-20 см, в среднем за сезон (опыт 1)*

Варианты	Микроорганизмы				Урожайность, ц/га
	млн шт/1 г почвы		тыс. шт/1 г почвы		
	растущие на МПА	растущие на КАА	грибы	целлюлозо-разрушающие	
Контроль	7,6	18,93	6,3	106	302
$P_{200}$	9,6	62,7	28,3	77	358
Торфю	32,3	48,3	45,9	47	408
Торф <sub>100</sub> + $P_{200}$	13,1	40,8	15,7	22	416
Торфю + $N_{110}$	25,6	48,4	29,1	52	439
Торф <sub>ш0</sub> + $N_{110}$ + $P_{200}$	12,1	40,4	17,7	23	445
Торфю + $N_{110}$ + $P_{200}$ + $K_{900}$	15,1	72,2	13,7	344	478

Влияние органических и минеральных удобрений на численность микроорганизмов в темно-серой лесной почве под кукурузой в слое 0-20 см, за сезон (опыт 2)

Варианты	Микроорганизмы				Урожайность, ц/га
	млн шт./1 г почвы		тыс. шт./1 г почвы		
	растущие на МПА	растущие на КАА	грибы	целлюлозоразрушающие	
Контроль	4,4	19,7	10,8	117	198
P <sub>200</sub>	8,1	22,8	15,1	159	229
P <sub>200</sub> + N <sub>1,0</sub>	12,5	23,1	14,0	290	309
Торф <sub>50</sub>	5,9	21,6	12,0	195	221
Торф <sub>50</sub> + P <sub>200</sub>	7,1	14,6	11,7	290	231
Торф <sub>20</sub> + P <sub>200</sub> + N <sub>110</sub>	16,8	14,3	18,2	265	249
Торф <sub>100</sub>	6,7	13,1	16,3	310	192
Торф <sub>100</sub> + P <sub>200</sub>	8,9	10,7	15,0	246	258
Торф <sub>100</sub> + P <sub>200</sub> + N <sub>110</sub>	24,3	29,6	16,5	366	308
Навоз <sub>25</sub>	8,13	25,6	12,5	265	210
Навоз <sub>25</sub> + P <sub>200</sub>	15,9	16,2	14,8	240	213
Навоз <sub>25</sub> + P <sub>200</sub> + N <sub>110</sub>	16,3	24,5	17,7	210	243
Навоз <sub>50</sub>	13,8	6,5	12,6	200	201
Навоз <sub>50</sub> + P <sub>200</sub>	18,2	11,8	16,0	400	234
Навоз <sub>50</sub> + P <sub>200</sub> + N <sub>110</sub>	28,5	27,2	22,0	240	208
Навоз <sub>100</sub> + Торф <sub>25</sub>	18,7	21,8	23,5	160	112
Навоз <sub>100</sub> + Торф <sub>25</sub> + P <sub>200</sub>	32,5	44,3	26,0	80	183
Навоз <sub>100</sub> + Торф <sub>25</sub> + P <sub>200</sub> + N <sub>110</sub>	47,0	27,0	30,0	118	181

Для установления зависимости содержания подвижных элементов питания от численности микроорганизмов в темно-серой лесной почве под кукурузой полученные данные в полевых и лабораторных опытах были разбиты на логические ранги и проанализированы с помощью информационно-логического анализа на персональном компьютере. С его помощью установили форму связи и количественную тесноту между численностью микроорганизмов и содержанием в почве азота, фосфора и калия. Шаг общей численности микроорганизмов и микроорганизмов, растущих на МПА и КАА, равен 10 млн/1 г, шаг численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов - 50 тыс/1 г, грибов — 5 тыс/1 г. Шаг содержания нитратного азота равен 0,5 мг/100 г, содержания P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 10 мг/100 г, а калия - 5 мг/100 г почвы. Установлено, что численность микроорганизмов существенно

влияет на содержание нитратного азота в темно-серой лесной почве под кукурузой и наблюдается более тесная зависимость от целлюлозоразрушающих микроорганизмов — доля участия этого фактора составляет 18% при T = 0,3505 и K = 0,1874.

Далее по степени влияния, соответственно, идут общая численность микроорганизмов, численность микроорганизмов на МПА, грибы и численность микроорганизмов на КАА (табл. 3).

На содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в темно-серой лесной почве под кукурузой более всех влияет численность на КАА, затем общая численность, целлюлозоразрушающие, грибы и микроорганизмы на МПА. На содержание K<sub>2</sub>O влияют, но в меньшей степени, чем на NO<sub>3</sub> и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, соответственно, в порядке уменьшения: целлюлозоразрушающие, общая численность микроорганизмов, численность на КАА, грибы, МПА.

Установлена прямолинейная зависимость между количеством микроорганизмов на МПА и содержанием нитратного азота: с увеличением численности микроорганизмов возрастает содержание азота при  $T = 0,2623$ ,  $K = 0,1674$ . Влияние других групп микроорганизмов на азот нитратов носит различный криволинейный характер (табл. 3).

Подобная картина наблюдалась по содержанию  $P_2O_5$ . Прямолинейная зависимость отмечена между количеством микроорганизмов на МПА и численностью целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Обратная прямая зависимость наблюдалась от общей численности микроорганизмов: чем больше общая численность микроорганизмов, тем меньше фосфора в почве, при этом самая высокая связь  $T = 0,4666$ ,  $K = 0,3056$ . Другие группы микроорганизмов влияли по-разному, связи эти носят различный криволинейный характер (табл. 3).

Зависимость урожайности кукурузы от численности микроорганизмов опре-

деляли по величинам информативности ( $T$ , бит) и коэффициента эффективности передачи информации ( $K$ ) участия фактора в определении функции. В данном случае урожайности кукурузы вычисляли как долю общей информативности от неопределенности ( $H(A)$ , бит), выраженную в процентах. При этом суммарное действие фактора, близкое к 100%, позволяет включать их в модели урожайности (табл. 4).

Суммарное действие таких статистических факторов, как микроорганизмы, растущие на МПА, КАА, целлюлозоразрушающие и грибы дают в сумме 99% их участия в формировании урожайности (табл. 4). Доля участия подвижных питательных веществ (азота, нитратов, фосфора по Чирикову и  $K_2O$  по Масловой) дают в сумме 93,47% их участия в формировании урожайности кукурузы (табл. 5). Высокая доля влияния численности различных групп микроорганизмов говорит о высокой зависимости: связи эти носят различный криволинейный характер.

Таблица 3

*Влияние численности микроорганизмов на содержание элементов питания в темно-серой лесной почве под кукурузой (0-20 см)*

Фактор	$H(A)$	$T$ , бит	$K$
$NO_3$			
МПА	1,7490	0,2623	0,1670
КАА	1,9202	0,1103	0,0699
Целлюлозоразрушающие	1,8826	0,3505	0,1874
Общая численность	1,8496	0,2781	0,1459
Грибы	1,8640	0,2784	0,1495
$P_2O_5$ по Чирикову			
МПА	1,9427	0,0517	0,0336
КАА	1,9427	0,6112	0,3881
Целлюлозоразрушающие	1,9427	0,3426	0,2319
Общая численность	1,8727	0,4666	0,3056
Грибы	1,9427	0,1200	0,0751
$K_2O$			
МПА	1,5766	0,0091	0,0058
КАА	1,6780	0,1710	0,1118
Целлюлозоразрушающие	1,5580	0,2990	0,2045
Общая численность	1,7827	0,1951	0,1302
Грибы	1,5850	0,0809	0,0581

Таблица 4

Влияние численности микроорганизмов на формирование урожайности зеленой массы кукурузы на темно-серой лесной почве

Фактор	H(A), бит	T, бит	K	Доля участия фактора, %
Целлюлозоразрушающие, тыс/1 г	1,9265	0,6099	0,2986	31,5
Грибы, тыс/ 1 г	1,9242	0,5813	0,4119	29,7
МПА, млн/1 г	1,8989	0,4046	0,2194	19,5
КАА, млн/ 1 г	1,9242	0,3641	0,1845	17,3

Таблица 5

Влияние питательных элементов на формирование урожайности зеленой массы кукурузы на темно-серых лесной почве

Фактор	H(A), бит	T, бит	K	Доля участия фактора, %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,8139	0,7375	0,4874	41,76
NO <sub>3</sub>	1,8185	0,3806	0,2040	20,93
K <sub>2</sub> O	1,8979	0,3492	0,2635	18,40
W, %	1,8481	0,2291	0,1730	12,38

Оптимальные условия для развития кукурузы и получения максимального урожая создаются при содержании в темно-серой тесной почве микроорганизмов на КАА более 25 млн/1 г, на МПА - от 23-30 млн/1 г, грибов - более 30 тыс/ 1 г, целлюлозоразрушающих - до 100 тыс/ 1 г, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - больше 20 мг/100 г, NO<sub>3</sub> - от 1,0 до 1,5 мг/100 г и калия - от 10-20 мг/ 100 г.

Отбор наиболее информативных каналов связи позволяет предложить модель для оценки эффективного плодородия темно-серых лесных почв по отношению к кукурузе:

$$Y_{\text{курузы}} = P_2O_5 E_1 (ЦШ (ГИ NO_3 Ш Ш1(МПАЕ]K_2OE]КАА),$$

где  $Y_{\text{курузы}}$  - урожайность кукурузы в рангах;

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ц, Г, NO<sub>3</sub>, МПА, K<sub>2</sub>O, КАА - ранги урожайности, соответствующие содержанию фосфора по Чирикову,

численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, численности грибов, содержания нитратов, численности микроорганизмов на МПА, содержания калия, численности микроорганизмов на КАА;

$\{E\}$  — знак функции нелинейного произведения.

Эта модель дает 37% безошибочного прогноза (ранг в ранг) при вероятности P<sub>зо</sub> (X<sup>2</sup><sub>ТеоD</sub> = 21,22 < X<sup>2</sup><sub>табп.</sub> = 29,34) и 77% с отклонением в 1 ранг.

Таким образом, численность микроорганизмов и содержание подвижных элементов питания определяют урожайность кукурузы. Предложена модель для оценки эффективного плодородия темно-серых лесных почв по отношению к зеленой массе кукурузы (безошибочный прогноз — 37%, с отклонением в один ранг - 77%).

**Библиографический список**

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта / В.А. Доспехов. М.: Колос, 1968. 395 с.
3. Звягинцев Д.Т. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Т. Звягинцев. М.: Изд-во МГУ, 1980. С. 75-81.
4. Мишустин Е.Н. Удобрения и почвенно-микробиологические процессы / Е.Н. Мишустин // Агрономическая микробиология. Л.: Колос, 1976. С. 191-203.
5. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. М.: Наука, 1985.
6. Пузаченко Ю.Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карчевский, Н.А. Взнуздаев // Закономерности пространственного варьирования свойств почвы и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 103-121.
7. Пузаченко Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // Итоги науки (Сер. Мед.-геогр.). М., 1969. Вып. 3. С. 5-71.

