

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Известия ТСХА, выпуск 2, 2003 год

УДК 633.15:631.524.84

### ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ТРОПИКАХ АФРИКИ

Е.В. МАМОНОВ

(Кафедра селекции и семеноводства овощных,  
плодовых и декоративных культур)

**Приведены результаты испытаний интродуцированных отечественных гибридов и местного сорта в тропических условиях Центральной Африки. В условиях короткого дня у гибридов вегетационный период со 115—120 дней сократился до 78-82. По показателям роста и формирования листовой поверхности интродуцированные гибриды отставали от местного сорта, КПД ФАР у них составил 1,97-2,29% при 4,19% у местного сорта.**

В системе кормопроизводства стран Центральной Африки слабым звеном являются концентрированные корма. В настоящее время основные компоненты комбикормов закупаются за границей. В ряде развивающихся стран, в частности Конго, успешно ведутся работы по изучению ценных кормовых и продовольственных культур (кукурузы, сои, сорго, арахиса и др.). Вместе с тем широкого внедрения в производство эти культуры не находят. В частности, площадь посева под кукурузой составляет 5 тыс. га, ее производство достига-

ет 5000 т, урожайность зерна — 1,0 т/га [1,13].

Большие возможности для возделывания кормовых культур имеются в благоприятных сельскохозяйственных районах, например, в долине р. Ниари [9, 14]. В то же время многие почвы имеют низкое естественное плодородие и тенденцию к закислению [15]. Проведение широких мелиоративных работ в саваннах, несомненно, способствовало бы успешному ведению сельскохозяйственного производства. Однако для мелких землевладельцев минеральные удобрения,

средства механизации и орошения малодоступны. Использование новых высокоурожайных сортов узкоадаптированных к местным условиям, а также интродуцированных видов и сортов из других регионов может существенно повысить низкую продуктивность выращиваемых сортов [5,7].

Успех интродукции зависит прежде всего от правильно подобранного исходного материала. Основополагающее значение для интродукции и селекции растений имеют работы Н.И. Вавилова, развившего стройное ботанико-географическое учение об исходном материале [3,4].

Каждому виду культивируемых растений свойственен определенный потенциал онтогенетической адаптации. Можно выделить универсальные и узкоспециализированные сорта, то есть широкой и узкой адаптации. Поскольку основным критерием степени адаптивности сорта и агроценоза является их продуктивная урожайность, нет оснований абсолютизировать преимущество сортов с широкой географической адаптацией по сравнению с сортами, приспособленными только к местным условиям. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что именно экологически узкоспециализированные сорта и гибриды обеспечивают наибольшую

продуктивность. При этом обычно происходит снижение общей (особенно географической) экологической устойчивости растений, которое можно рассматривать как коррелированную реакцию на интенсивный отбор по ограниченному числу признаков. Интенсивный отбор по одному признаку в равной степени снижает пластичность популяции и общую приспособленность [6, 8].

Н.И. Вавилов неоднократно подчеркивал важность приспособленности вида и сорта к конкретным условиям среды, а также различное их поведение в разных агроклиматических зонах.

О правомерности и важности такого подхода свидетельствует весь многолетний опыт интродукции растений [3]. Как известно, из сотен и тысяч интродуцированных сортов и гибридов лишь немногие остаются в числе районированных. При этом наблюдается следующая закономерность: лучшими по величине и качеству урожая оказываются сорта и гибриды  $F_1$ , наиболее приспособленные к местным, в том числе и неблагоприятным, факторам внешней среды.

Целью исследований было изучение особенностей роста, динамики формирования листовой поверхности, а также продуктивности фотосинтеза интродуцированных и

местных сортов кукурузы в условиях тропической Африки.

### Методика

Опыт проводили в условиях кустарниковой саванны. Почва участка кварцево-ферраллитная бесструктурная песчаная, с низкой обеспеченностью элементами минерального питания. Содержание азота — 0,054%,  $P_2O_5$  — 6-10,  $K_2O$  — 10-16 мг/100г почвы,  $pH_{\text{СОЛ}}$  4,3.

Исследовали сорт кукурузы местной селекции Янгамби блан ZM-76 и ввезенные из России гибриды Краснодарский 236 ТВ, Краснодарский 303 ТВ, Одесский 50М. Янгамби блан ZM-76 — среднеспелый сорт, вегетационный период 110 дней. Растение высокорослое, 280-320 см, листьев на главном стебле 20-21. Устойчив к полеганию. Зерно зубовидное, белое, крупное, масса 1000 зерен 260-270 г. Fj Краснодарский 236 ТВ — позднеспелый, вегетационный период 120 дней. Растение высокорослое, 260-270 см, листьев на стебле 20-21. Устойчив к полеганию. Зерно зубовидное, желтое, крупное, масса 1000 зерен 280-300 г. Fj Краснодарский 303ТВ — среднеспелый, вегетационный период 115 дней. Растение среднерослое, 230-240 см, с прочным стеблем, листьев 17-18. Зерно зубо-

видное, желтое, масса 1000 зерен 240-250 г. F<sub>1</sub> Одесский 50М — среднеспелый, вегетационный период 115—120 дней. Растение высотой 180-200 см, листьев на стебле 18-20. Устойчивость к полеганию высокая. Зерно зубовидное, желтое, крупное, масса 1000 зерен 250-270 г.

Кукурузу сеяли в начале дождливого сезона (I декада ноября) по схеме 70 , (50-60 см). Средняя густота-стояния растений к моменту уборки составляла 25 тыс. на 1 га. Опыт заложен в 3-кратной повторности методом рендомизированных блоков. Блоки располагали в один ярус. Делянки прямоугольные со сторонами 14 и 10 м. Площадь учетной делянки 100 м<sup>2</sup>.

При подготовке почвы к посеву вносили известь из расчета 4,0 т/га и минеральные удобрения (аммиачную селитру 120N, простой суперфосфат 80P и калийную соль 130K) однократно: известь и суперфосфат под вспашку, аммиачную селитру и калийную соль — под культивацию. Уход за растениями заключался в борьбе с сорняками и рыхлении междурядий.

В период роста растений равномерно выпадали осадки. Среднесуточная температура воздуха колебалась в пределах 25-26°C, среднесуточная влажность воздуха — 78,1-82,7%. Максимальная температура на поверхности

почвы 39,7 С, минимальная — 20,4 С. Температура почвы на глубине 20 см 28,6-30,1 С. Средняя продолжительность солнечного сияния за период вегетации кукурузы — 6 ч в день; продолжительность светового дня — 12 ч.

В динамике роста и развития растений проводили биометрические и фенологические наблюдения. Площадь листьев определяли на фотопланиметре, чистую продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал рассчитывали по общепринятой методике [10]. Количество солнечной энергии, приходящейся на единицу поверхности в зоне исследований, определяли с помощью пиранометра Линке. При расчете валовой энергии исходили из того, что в 1 кг абсолютно сухого вещества аккумулируется 4200 ккал.

### Результаты

Интегральный характер роста свидетельствует о физиологическом состоянии растений в целом, т. е. о реализации наследственных возможностей в формировании всех органов, анатомических и морфологических структур. В ростовых процессах преломляется влияние условий среды на фенотипическую изменчивость. Характер ростовых процессов в онтогенезе отражает уровень приспособительных

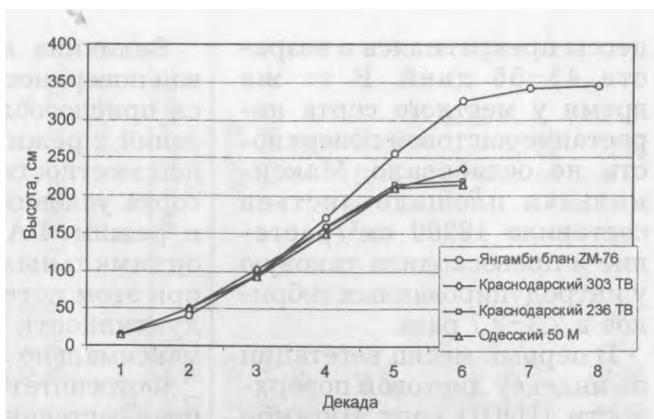
возможностей растений. Интенсивность линейного роста местного сорта и интродуцированных гибридов графически выражается в виде S-образных кривых его интегральных показателей (рис. 1).

По высоте растений местный сорт Янгамби блан ZM-76 первые 15 дней отставал от гибридов на 10 см. В следующие 10 дней высота растений сорта и гибридов была практически одинаковой. Существенное опережение в росте наблюдается у адаптированного к местным условиям сорта Янгамби блан ZM-76 на 35-й день. В это время он достигал высоты 170 см, что на 10 и 20 см больше, чем у интродуцированных гибридов.

В возрасте 45-55 дней ростовые процессы у гибридов приостановились на уровне 215-235 см. Наиболее интенсивным ростом отличался гибрид Краснодарский 303 ТВ, его высота достигала 235 см (в условиях Краснодарского края 230-240 см.), т. е. перемена климатических и почвенных условий не отразилась на высоте растений. Рост растений местного сорта продолжался до 75-дневного возраста и составил 345 см, что выше, чем у интродуцированных гибридов, на 110-130 см.

В начальный период (25 дней) по скорости нарастания листовой поверхности испытые-

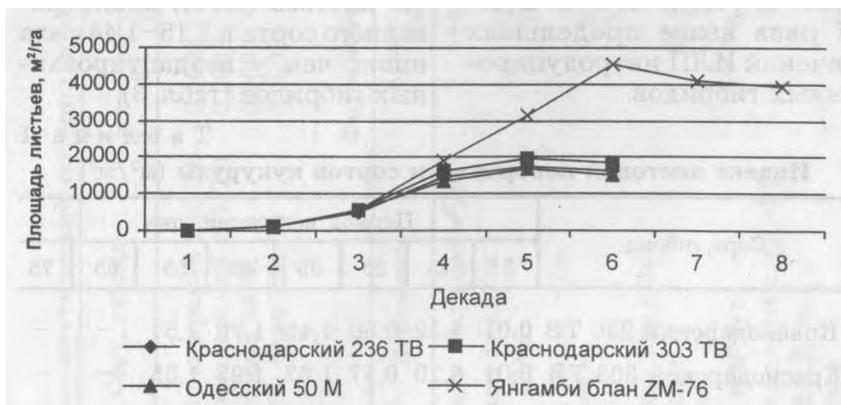
**Рис. 1.** Динамика роста кукурузы



мые растения не различались (рис. 2). В возрасте 5 дней площадь листьев у них была 40-50 см<sup>2</sup>/растение. Через 10 дней показатель увеличился в 10 раз. В последующие 10 дней площадь листовой поверхности по сравнению с предыдущим периодом увеличилась в 4,1-5,6 раза. Резкое увеличение листовой поверхности наблюдалось в возрасте 35 дней у местного сорта Янгамби блан ZM-76 —

7600 см<sup>2</sup>/растение, что в 1,2-1,4 раза больше, чем у интродуцированных гибридов.

Максимальная площадь листовой поверхности у гибридов отмечена в возрасте 45 дней. Наибольшей она была у F<sub>1</sub> Краснодарский 303 ТВ — 7800 см<sup>2</sup>/растение. В дальнейшем прирост площади листовой поверхности прекратился из-за усыхания листьев. У интродуцированных гибридов ростовые про-



**Рис. 2.** Динамика формирования листовой поверхности кукурузы

цессы прекратились в возрасте 45~55 дней. В то же время у местного сорта нарастание листовой поверхности не ослабевало. Максимальная площадь листьев составила 18200 см<sup>2</sup>/растение и превосходила таковую у интродуцированных гибридов в 2,3-2,7 раза.

В первый месяц вегетации по индексу листовой поверхности (ИЛП) сорт Янгамби блан ЗМ-76 несущественно отличался от интродуцированных гибридов (табл. 1). В этот период ИЛП у гибридов колебался от 1,37 до 1,62 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, у местного сорта составлял 1,90 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. Максимальный уровень ИЛП у интродуцированных растений (1,67 — 1,95 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>) отмечен в возрасте 45 дней, что соответствовало фазе цветения початков, а у местного сорта — в возрасте 55 дней (4,55 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>), что в 2,3-2,7 раза выше предельных значений ИЛП интродуцированных гибридов.

Величина индекса листовой поверхности определяется приспособленностью растений к режиму ФАР в данной местности. Для местного сорта условия выращивания и режим ФАР находятся в оптимальных параметрах, при этом потенциал его продуктивности раскрывается максимально.

Фотосинтетический потенциал растения тесно коррелирует с хозяйственной продуктивностью. Для не адаптированных к местным условиям интродуцированных растений он составил 0,514-0,609, в то время как для местного сорта — 1,939 млн м<sup>2</sup>-сут/га (табл. 2). Каждые 1000 единиц фотосинтетического потенциала посева кукурузы сформировали 10,54—13,19 кг сухой массы у интродуцированных гибридов и 9,15 — у сорта. Как видно, продуктивность работы листьев (ПРЛ) адаптированного сорта в 1,15-1,44 раза ниже, чем у неадаптированных гибридов (табл. 3).

Таблица 1

**Индекс листовой поверхности сортов кукурузы (м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>)**

Сорт, гибрид	Период вегетации, дни							
	5	15	25	35	45	55	65	75
F <sub>1</sub> Краснодарский 236 ТВ	0,01	0,12	0,50	1,45	1,76	1,57	—	—
F <sub>1</sub> Краснодарский 303 ТВ	0,01	0,10	0,57	1,62	1,95	1,85	—	—
F <sub>1</sub> Одесский 50 М	0,01	0,10	0,55	1,37	1,67	1,52	—	—
Янгамби блан ЗМ-76	0,01	0,11	0,57	1,90	3,17	4,55	4,02	4,00

Т а б л и ц а 2

Фотосинтетический потенциал местных и интродуцированных сортов кукурузы (млн м<sup>2</sup>-сут/га)

Сорт, гибрид	Период вегетации, дни						
	5	15	25	35	45	55	75
F <sub>1</sub> Краснодарский 236 ТВ	0,0003	0,0068	0,0380	0,1360	0,2920	0,5140	-
F <sub>1</sub> Краснодарский 303 ТВ	0,0003	0,0060	0,0400	0,1500	0,3290	0,6090	-
F <sub>1</sub> Одесский 50 М	0,0003	0,0059	0,0390	0,1340	0,2860	0,5160	-
Янгамби блан ZM-76	0,0003	0,0065	0,0410	0,1650	0,4190	0,8090	1,2380 1,9390

Т а б л и ц а 3

## Фотосинтезирующая система посевов кукурузы

Показатель	Краснодарский 303 ТВ			Одесский 50 М		Янгамби блан ZM-76
	Краснодарский 236 ТВ	Краснодарский 303 ТВ	Краснодарский 303 ТВ	Одесский 50 М	Янгамби блан ZM-76	
Площадь листьев, м <sup>2</sup> /га	16700	19500	19500	16700	45500	
ФП, млн м <sup>2</sup> -дн/га	0,514	0,609	0,609	0,516	1,936	
ИЛП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	1,67	1,95	1,95	1,67	4,55	
Сухая масса, т/га	5,87	6,42	6,42	6,81	17,76	
валовая зерно	2,44	1,83	1,83	1,87	3,49	
Энергия, ккал/га						
валовая зерно	24,65·10 <sup>6</sup>	26,96·10 <sup>6</sup>	26,96·10 <sup>6</sup>	28,60·10 <sup>6</sup>	74,59·10 <sup>6</sup>	
ЧПФ, г/м <sup>2</sup> -сут.	10,25·10 <sup>6</sup>	7,69·10 <sup>6</sup>	7,69·10 <sup>6</sup>	7,85·10 <sup>6</sup>	14,66·10 <sup>6</sup>	
ПРД, кг с.в./тыс. ед. ФП	5,02	4,70	4,70	5,82	3,90	
КПД ФАР, %	11,42	10,54	10,54	13,19	9,15	
валовая зерно	1,97	2,16	2,16	2,29	4,19	
	0,82	0,77	0,77	0,72	1,20	

Перед уборкой в фазе полной спелости зерна интродуцированные гибриды (вегетационный период 78-80 дней) накапливали максимальное количество сухого вещества — 5,87-6,81 т/га, а адаптированный к местным условиям сорт (вегетационный период 110 дней) — 17,76 т/га, что почти втрое больше. Такая же зависимость прослеживается и в накоплении энергии.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) варьирует от 3,90 у местного сорта до 5,82 г/м<sup>2</sup>-сут. у Одесский 50 М. Этот показатель характеризует среднюю эффективность фотосинтеза листовой поверхности в посевах, но имеет обратную корреляцию с конечным урожаем. Максимального значения (5,82 г/м<sup>2</sup>-сут.) чистая продуктивность фотосинтеза достигает при низких величинах индекса листовой поверхности (ИЛП). С увеличением ИЛП до 4,55 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> показатели ЧПФ снижаются до 3,9 г/м<sup>2</sup>-сут.

Приход физиологически активной радиации в период вегетации кукурузы в течение дня составляет 17,8-22,5 млн ккал/га. Среди интродуцированных гибридов наибольший КПД ФАР растений за вегетационный период был у Одесского 50М — 2,29%.

Самый высокий коэффициент продуктивности фотосинтеза в пересчете на зерно был у Fj Краснодарский 236 ТВ — 0,82%. КПД ФАР растений адаптированного к местным условиям сорта Янгамби блан ЗМ-76 за вегетационный период составил 4,19%, что в 1,83-2,13 раза превышает этот показатель у интродуцентов. В пересчете на зерно КПД ФАР у местного сорта 1,20% при 0,72-0,82% — у интродуцентов.

## Выводы

1. Интродукция российских гибридов кукурузы в условия короткого дня тропиков приводит к сокращению продолжительности вегетационного периода со 115-120 до 78-82 дней. Из группы среднепозднеспелых и позднеспелых в районированных областях России они могут быть отнесены к группе очень скороспелых или раннеспелых гибридов по классификации ФАО в условиях Центральной Африки.

2. Ускорение ростовых процессов у интродуцированных гибридов в тропических условиях (быстрое нарастание площади листовой поверхности, сокращение фенологических фаз развития)

позволяет считать их растениями более скороспелыми, чем местный сорт. Продуктивность работы листьев у неадаптированных гибридов кукурузы 10,54-13,19 кг сухой массы на 1000 единиц ФП, что выше, чем у местного сорта в 1,15-1,44 раза.

3. Фотосинтетический потенциал сорта Янгамби блан ZM-76 составляет 1,939 при 0,514-0,609 млн.м<sup>2</sup> дн/га у интродуцированных растений. Коэффициент общей продуктивности фотосинтеза местного сорта кукурузы — 4,19%, интродуцированных гибридов — 1,97—2,29%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Бахарева С.Н.* Растительные ресурсы Западной и Центральной Африки. Л.: Наука, 1988. — 2. *Варадинов С.Г., Мамонов Е.В. и др.* Сельское хозяйство Народной Республики Конго. — Полезные растения тропиков и субтропиков и перспективы их интродукции в южные районы СССР. М., 1984, с. 80-84. — 3. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. — Теоретические основы селекции растений. М.-Л.: 1935, т. 1, с. 75-128. — 4. *Вавилов Н.И.* Основы интродукции растений для субтропиков СССР. — Сов. субтропики, 1936, № 6 (22), с. 3. — 5. *Гужов Ю.Л.* Развитие интродукции растений на современном этапе. — Полезные растения тропиков и субтропиков и перспективы их интродукции в южные районы СССР. М., 1984, с. 3~20. — 6. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений. Кишинев, 1988, с. 351-363. — 7. *Жученко А.А.* Адаптивное растениеводство. Кишинев, 1990, с. 100-120. — 8. *Жученко А.А.* Адаптивная система селекции растений. М.: 2001. — 9. *Нгасси Ф.* Формирование почв Конго и особенности их сельскохозяйственного использования. — Автореф. канд. дис. М, 1994. — 10. *Ничипорович А.А., Строганова Л.Е. и др.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: АН СССР, 1961. — 11. *Ничипорович А.А.* Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и земледелии. — Фотосинтез и продукционный процесс. М.: Наука, 1988. — 12. *Boardman N.K.* The energy budget in solar energy conversion in ecological and agricultural systems. Amsterdam, 1977. — 13. *FAO. Production Yearbook. Food and Agriculture Organization United Nations.*

Rome, 1966, vol. 50. — 14. *Mapangui A.* Etude de l'organisation et du comportement des sols ferrallitiques argilleux de la valley du Niari. Thèse de doct. Univer. Pet. M. Curie.

Paris, 1992. — 15. *Mapangui A., Martin D., Muller D.* Reconnaissances pédologiques pour l'implantation d'unités de production agricoles en R.P. Congo. ORSTOM, Brazzaville, 1990.

*Статья поступила  
10 апреля 2003 г.*

## SUMMARY

Results of testing introduced native hybrids and regional variety in tropical conditions of Central Africa are presented. It has been found that introduction of long-day hybrids into conditions of short day results in shortening vegetative period from 115-120 days to 78-82 days. As to indices of growth and forming leaf surface introduced plants were behind regional variety. Shortening of vegetative period resulted in lower efficiency of FAR up to 1,97-2,29%, while in regional variety it was 4,19.